

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы  |
|--|
| <b>Разработка технологии восстановления днища ковша экскаватора P&amp;H 2800</b> |

УДК 621.757:621.791:621.879.3-2

Студент

| Группа  | ФИО           | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10А60 | Скоренок Д.В. |         |      |

Руководитель

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                    |         |      |

Нормоконтроль

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность  | ФИО              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Полицинская Е.В. | К.Т.Н., доцент            |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Солодский С.А. | К.Т.Н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП<br>«Машиностроение» | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ                           | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                    |         |      |

Юрга – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции                         | Наименование компетенции   |
|---|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |  |
| <b>УК(У)-1</b>                          | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   |
| <b>УК(У)-2</b>                          | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений   |
| <b>УК(У)-3</b>                          | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде  |
| <b>УК(У)-4</b>                          | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)  |
| <b>УК(У)-5</b>                          | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах   |
| <b>УК(У)-6</b>                          | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни  |
| <b>УК(У)-7</b>                          | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности   |
| <b>УК(У)-8</b>                          | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |  |
| <b>ОПК(У)-1</b>                         | Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.   |
| <b>ОПК(У)-2</b>                         | Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.  |
| <b>ОПК(У)-3</b>                         | Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.  |
| <b>ОПК(У)-4</b>                         | Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении. |
| <b>ОПК(У)-5</b>                         | Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |  |
| <b>ПК(У)-5</b>                          | Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании  |
| <b>ПК(У)-6</b>                          | Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в   |

|                 |  |
|-----------------|--|
|                 | соответствии с техническими заданиями  |
| <b>ПК(У)-7</b>  | Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам   |
| <b>ПК(У)-8</b>  | Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений  |
| <b>ПК(У)-9</b>  | Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий  |
| <b>ПК(У)-10</b> | Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению   |
| <b>ПК(У)-11</b> | Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий  |
| <b>ПК(У)-12</b> | Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств  |
| <b>ПК(У)-13</b> | Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование  |
| <b>ПК(У)-14</b> | Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции |
| <b>ПК(У)-15</b> | Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования  |
| <b>ПК(У)-16</b> | умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ  |
| <b>ПК(У)-17</b> | Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения  |
| <b>ПК(У)-18</b> | Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий  |
| <b>ПК(У)-19</b> | Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции   |

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Скоренок Д.В.

Ильященко Д.П.

Институт Юргинский технологический институт  
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП «Машиностроение»  
Д.П. Ильященко  
(подпись)      \_\_\_\_\_ (дата)      (И.О.Ф.)

В форме:

# Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа  | ФИО                           |
|---------|-------------------------------|
| 3-10А60 | Скоренок Денису Владимировичу |

Тема работы:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Разработка технологии восстановления днища ковша экскаватора Р&Н 2800 |                          |
| Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)    | 01.02.2021 г. № 32-106/с |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b><br/> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>        | <p>Материалы преддипломной практики</p>  |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br/> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы</li> <li>2. Объект и методы исследования</li> <li>3. Разработка технологического процесса</li> <li>4. Конструкторский раздел</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>7. Социальная ответственность</li> </ol> |

|   |   |
|---|---|
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.000 СБ Днище ковша Сборочный чертеж 1 лист (А1)<br>ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.001 Детали днища ковша 2 листа (А1)<br>ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.002 Футеровка 1 лист (А1)<br>ФЮРА.000001.174 ЛП Приспособление крепежное 1 лист (А1)<br>ФЮРА.000002.174 ЛП План участка 1 лист (А1)<br>ФЮРА.000003.174 ЛП Вентиляция 1 лист (А1)<br>ФЮРА.000004.174 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1) |
|---|---|

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

| Раздел  | Консультант      |
|---|------------------|
| Технологическая и конструкторская часть                         | Ильященко Д.П.   |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Полицинская Е.В. |
| Социальная ответственность                                      | Солодский С.А.   |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**

|         |
|---------|
| Реферат |
|         |
|         |

|  |               |
|--|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 03.02.2021 г. |
|--|---------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность  | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа  | ФИО           | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10А60 | Скоренок Д.В. |         |      |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

|                  |
|------------------|
| Дипломный проект |
|------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Срок сдачи студентом готовой работы |  |
|-------------------------------------|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля)/<br>Вид работы (исследования)            | Максимальный балл<br>раздела (модуля) |
|---------------|--|---------------------------------------|
| 17.01.2021    | Обзор литературы   | 20                                    |
| 17.02.2021    | Объекты и методы исследования                                      | 20                                    |
| 17.03.2021    | Расчеты и аналитика  | 20                                    |
| 17.04.2021    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | 20                                    |
| 20.05.2021    | Социальная ответственность   | 20                                    |

**Составил преподаватель:**

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                    |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Руководитель ООП<br>«Машиностроение» | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ                           | Ильященко Д.П. | К.Т.Н.                    |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа  | ФИО                           |
|---------|-------------------------------|
| 3-10А60 | Скоренок Денису Владимировичу |

|                        |                                       |                           |                         |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Институт               | Юргинский<br>технологический институт | Отделение                 |                         |
| Уровень<br>образования | Бакалавриат                           | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений

Затраты на сварочные материалы

Заработная плата

Затраты на электроэнергию

Затраты на основной металл

Себестоимость одного изделия

Количество приведенных затрат

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

|  |               |
|--|---------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 03.02.2021 г. |
|--|---------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность  | ФИО              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Полицинская Е.В. | к.п.н., доцент            |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа  | ФИО           | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10А60 | Скоренок Д.В. |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа  | ФИО                           |
|---------|-------------------------------|
| З-10А60 | Скоренок Денису Владимировичу |

|                     |                                    |                           |                         |
|---------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Институт            | Юргинский технологический институт | Отделение                 |                         |
| Уровень образования | Бакалавриат                        | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)

чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);  
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);  
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);  
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические



|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>                            | <p>опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p> |
| <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul> <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p> | <p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>   |
| <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> </ul> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>                      | <p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>   |
| <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> </ul> <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>  | <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>   |
| <b>Перечень графического материала</b>   |   |
| <p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>  | <p>Лист-плакат<br/>Система вентиляции участка</p>   |

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | <b>03.02.2021 г.</b> |
|---|----------------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность  | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Солодский С.А. | к.т.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа  | ФИО           | Подпись | Дата |
|---------|---------------|---------|------|
| 3-10А60 | Скоренок Д.В. |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 132 с., 5 рис., 19 табл., 42 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: ДНИЩЕ КОВША, КРАН-БАЛКА, РАБОЧЕЕ МЕСТО, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ, СПОСОБ СВАРКИ, ШОВ, СВАРНОЕ ИЗДЕЛИЕ, ВРЕМЯ СВАРКИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Объектом исследования является: технология восстановления днища ковша экскаватора P&H 2800.

Цель работы – разработка технологии восстановления днища ковша экскаватора P&H 2800.

The object of the study is: the technology of restoring the bottom of the excavator's bucket, P&H 2800.

В процессе выполнения ВКР проводились: разработка технологического процесса восстановления днища ковша, выбор основных материалов, выбор способа сварки, выполнение расчетов режимов сварки, выбор оборудования для сварки, выбор оснастки для восстановления, выбор методов контроля сварки, разработка технологической документации, выполнение технического нормирования операций.

В результате выполнения ВКР: разработан технологический процесс восстановления днища ковша, выбраны основные материалы, выбран способ сварки, выполнены расчеты режимов сварки, выбрано оборудование для сварки, выбрана оснастка для восстановления, выбраны методы контроля сварки, разработана технологическая документация, выполнено техническое нормирования операций.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: днище ковша *P&H 2800* имеет размеры 4415 мм. 3388 мм. 1219 мм. Детали днища ковша изготовлены из листовой стали *STRENX 700 E* и *HARDOX 450* толщиной 30 и 25 мм соответственно.

Степень внедрения: в 2018 году на предприятии АО «Черниговец» внедрено в использование рационализаторское предложение «Модернизация ковша экскаватора Р&Н 2800 (боковое усиление днища ковша)».

Область применения: Горнодобывающая промышленность.

Экономическая эффективность/значимость работы: выполненный расчет экономического эффекта позволяет установить, что использование сварочного вращателя с крепежным приспособлением позволит сократить время восстановления днища ковша и сократит финансовые затраты на его восстановление.

В будущем планируется внедрение технологии «Модернизация ковша экскаватора Р&Н 2800 (боковое усиление днища ковша)» на угольных предприятиях Кемеровской области – Кузбасс, что позволит снизить себестоимость добываемого угля открытым способом.

## **Abstract**

Graduation qualification 139 s., 5 pic., 19 table, 42 sources, 3 applications.

**Keywords:** BUCKET BOTTOM, CRANE-BALKA, WORKPLACE, TECHNICAL RATIONING, WELDING METHOD, SEAM, WELDING, WELDING TIME, TECHNICAL DOCUMENTATION.

The object of the study is: the technology of restoring the bottom of the excavator's bucket, P&H 2800.

In the process of implementation, the WRC carried out: the development of the process of recovery of the bottom of the bucket, the choice of basic materials, the choice of the method of welding, the calculation of welding modes, the choice of equipment for welding, the choice of equipment for recovery, the choice of welding control methods, the development of technological documentation, the implementation of technical rationing of operations.

As a result of the implementation of the graduation qualification: the process of restoring the bottom of the bucket has been developed, the basic materials have been selected, the method of welding has been selected, welding modes have been calculated, welding equipment has been selected, welding control methods have been selected, technological documentation has been developed, and technical rationing of operations has been performed.

The main design, technological and technical performance characteristics: the bottom of the bucket P&H 2800 has dimensions of 4415 mm. 3388 mm. 1219 mm. The details of the bottom of the bucket are made of sheet steel STRENGTH 700 E and HARDOX 450 thick 30 and 25 mm respectively.

The degree of implementation: in 2018, the «Chernigovets» company introduced an innovative proposal "Modernization of the bucket of the excavator P'H 2800 (side strengthening of the bottom of the bucket)."

Scope: Mining.

Economic efficiency/importance: The economic effect calculations made allow us to establish that the use of a welding rotator with a fastener will reduce the

recovery time of the bottom of the bucket and reduce the financial cost of restoring it.

In the future, it is planned to introduce the technology "Modernization of the bucket excavator P&H 2800 (side strengthening of the bottom of the bucket)" at the coal plants of the Kemerovo region - Kuzbass, which will reduce the cost of coal extracted in an open way.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Определения   | 16 |
| Введение  | 17 |
| 1 Обзор литературы  | 19 |
| 1.1 Причины вывода из строя горнодобывающей техники                               | 19 |
| 1.2 Импульсный режим и синергетическое управление при <i>MIG/MAG</i> сварке       | 21 |
| 1.3 Заключение  | 24 |
| 2 Объект и методы исследования  | 25 |
| 2.1 Описание сварной конструкции  | 25 |
| 2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции                                    | 27 |
| 2.2.1 Требования к подготовке кромок  | 29 |
| 2.2.2 Требования к сварке при прихватке   | 30 |
| 2.2.3 Требования к сборке сварного соединения                                     | 31 |
| 2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев | 31 |
| 2.2.5 Требования к оформлению документации  | 32 |
| 2.3 Методы проектирования   | 32 |
| 2.4 Постановка задачи   | 33 |
| 3 Разработка технологического процесса  | 34 |
| 3.1 Технологический анализ изделия  | 34 |
| 3.1.1 Основные материалы  | 34 |
| 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки  | 38 |
| 3.1.3 Выбор сварочных материалов  | 40 |
| 3.2 Технологические режимы сварки   | 41 |
| 3.3 Выбор основного оборудования  | 44 |
| 3.4 Выбор оснастки  | 45 |
| 3.5 Расчет болтовых соединений  | 47 |
|   | 12 |

|  |    |
|--|----|
| 3.6 Схема общей сборки   | 49 |
| 3.7 Выбор методов контроля. Регламент проведения.                                |    |
| Оборудование   | 50 |
| 3.8 Разработка технологической документации                                      | 56 |
| 3.9 Техническое нормирование операций  | 57 |
| 3.10 Материальное нормирование   | 60 |
| 3.10.1 Расход металла  | 61 |
| 3.10.2 Расход сварочной проволоки  | 61 |
| 3.10.3 Расход защитного газа   | 62 |
| 3.10.4 Расход электроэнергии   | 62 |
| 4 Конструкторский раздел   | 63 |
| 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений.                            | 63 |
| 4.2 Порядок работы приспособлений  | 64 |
| 4.3 Рационализаторское предложение. Модернизация днища ковша <i>P&amp;H</i> 2800 | 66 |
| 5 Проектирование участка сборки-сварки   | 68 |
| 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха  | 68 |
| 5.2 Расчет основных элементов производства                                       | 69 |
| 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования                     | 69 |
| 5.2.2 Определение состава и численности рабочих                                  | 71 |
| 5.3 Пространственное расположение производственного процесса                     | 72 |
| 5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха                    | 73 |
| 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                | 75 |
| 6.1 Финансирование проекта и маркетинг   | 75 |
| 6.2 Экономический анализ техпроцесса   | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды                                     | 76  |
| 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления                       | 77  |
| 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование                              | 78  |
| 6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями | 78  |
| 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции   | 79  |
| 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы   | 80  |
| 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы  | 80  |
| 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату   | 81  |
| 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию   | 82  |
| 6.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования                           | 82  |
| 6.2.2.6 Определение затрат на содержание помещения   | 84  |
| 6.3 Расчет технико-экономической эффективности   | 85  |
| 6.4 Основные технико-экономические показатели участка  | 86  |
| 7 Социальная ответственность   | 88  |
| 7.1 Описание рабочего места  | 88  |
| 7.2. Законодательные и нормативные документы   | 89  |
| 7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды                    | 91  |
| 7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке  | 97  |
| 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды                       | 98  |
| 7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов                                  | 100 |
| 7.5 Охрана окружающей среды  | 101 |



|   |                       |
|---|-----------------------|
| 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях                             | 102                   |
| 7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 103                   |
| Заключение  | 104                   |
| Библиография  | 105                   |
| Приложение А. Технологический процесс                           | 109                   |
| Приложение Б. Спецификация                                      | 122                   |
| Приложение В. Рационализаторское предложение                    | 124                   |
| Диск SD-R   | В конверте на обложке |
| Графический материал  | На отдельных листах   |
| ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.000 СБ Днище ковша                       |                       |
| Сборочный чертеж  | Формат 1-A1           |
| ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.001 Детали днища ковша                   | Формат 2-A1           |
| ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.002 Футеровка                            | Формат 1-A1           |
| ФЮРА.000001.174 ЛП Приспособление крепежное                     | Формат 1-A1           |
| ФЮРА.000002.174 ЛП План участка                                 | Формат 1-A1           |
| ФЮРА.000003.174 ЛП Вентиляция                                   | Формат 1-A1           |
| ФЮРА.000004.174 ЛП Экономическая часть                          | Формат 1-A1           |
| Карта организации труда ЛП                                      | Формат 1-A1           |

## Определения

Сборочная единица – изделие изготовленное, изготавливаемое, или подлежащее изготовлению, состоящее из нескольких деталей, соединяемых в процессе его изготовления между собой в одну общую конструкцию при помощи применения для этого различного вида сборочных операций (сварки, пайки, клёпки, опрессовки, развальцовки, склеивания, сшивания, и т.п.) [1].

Сварка – процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого [2].

Днище ковша – деталь ковша, предназначенная для фиксирования горных пород внутри ковша при отгрузке горной массы в автосамосвалы.

Опасный производственный объект – это производственный объект с особыми условиями эксплуатации оборудования и техники безопасности признанный по приказу федеральной службы по экологическому, технологическому надзору «Об утверждении требований к регистрации объектов в государственном реестре и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» №471 от «30» ноября 2020 г. [3].

## **Введение**

Сварочное производство является одним из основных технологических процессов при изготовлении разнообразных металлических конструкций. Диапазон применения сварки очень велик. Основной задачей сварочного производства является сокращение сроков при ремонте деталей и узлов оборудования, сокращение расхода металла для изготовления новых деталей и узлов, производя их ремонт.

Сварка в нынешнем производстве является самым распространенным и простым в применении способом соединения металлов. Наибольшее распространение получили следующие виды сварки: ручная дуговая сварка, сварка под флюсом, механизированная сварка в защитных газах плавящимся электродом, сварка в защитных газах не плавящимся электродом и автоматическая сварка под флюсом или в среде защитных газов [4].

Сварка в смеси защитных газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5] получила наибольшее распространение в производстве среди других видов сварки, потому что способ имеет высокие технические и экономические показатели. Сварка в смеси защитных газов по сравнению с другими видами сварки имеет следующие преимущества:

- возможность комбинирования смеси защитных газов для достижения наилучших качественных показателей сварного шва;
- стабильность сварочной дуги;
- возможность сварки как толстостенных, так и тонкостенных изделий не меняя диаметр сварочной проволоки;
- наименьшая потеря сварочного материала в процессе сварки.

Применение механизации и автоматизации в производстве положительно влияет на повышение производительности труда, качества продукции и улучшают условия труда рабочих.

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается технология восстановления днища ковша экскаватора *P&H 2800*, ФЮРА.ДК.*P&H2800.174.00.000* СБ. В ходе проводимой работы надо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства повышающей производительность и условия труда.

В условиях большой конкурентоспособности на рынке сварочному производству необходимо стремиться к использованию высокотехнических и высокоэффективных систем, машин и технологических процессов, которые обеспечат высокую механизацию и автоматизацию производства, при минимальном использовании рабочей силы.

## **1. Обзор литературы**

Обзор литературы - это научная статья, которая включает в себя текущие знания, включая основные выводы, а также теоретический и методологический вклад в определенную тему. Литературные обзоры являются вторичными источниками и не сообщают о каких-либо новых, либо оригинальных экспериментальных работах. Чаще всего они связаны с академической литературой, их можно найти в научных журналах.

### **1.1 Причины вывода из строя горнодобывающей техники**

Наибольшая часть разрушения узлов горнодобывающей техники, эксплуатируемой в районах с холодным климатом, приходится на зимние месяцы. Горнодобывающая техника и оборудование работает в переменчивых горнотехнических условиях, под нагрузками, имеющими знакопеременный и ударный характер, при наличии вибрации, а также при воздействии резких перепадов температур. Все это приводит к увеличению потока отказов узлов [6] и деталей машин и потере того полезного эффекта, который должна обеспечить высокопроизводительная техника с большой единичной мощностью. Из-за неприспособленности техники к условиям работы при низких температурах, затраты на ее эксплуатацию в районах Севера, включая ремонт, в 2-6 раз превышают аналогичные затраты этой же техники в средней полосе РФ.

Рама автосамосвала испытывает статистические нагрузки от массы двигателя с коробкой передач, платформы с грузом и др. и динамические – в основном вертикальные при движении автосамосвала, или горизонтальные при разгрузке и торможении или движении на повороте. Основными узлами, где происходит, является рабочее оборудование, и небольшая доля разрушений отводится поворотной платформе и рабочему органу. Поэтому вся основная нагрузка при

разгрузке коша идет на плечи рукояти и на его соединительные узлы, также немалую нагрузку испытывают зубья и передняя часть ковша.

Для изготовления техники с высокой грузоподъемностью применяются стали повышенной и высокой прочности, которая достигается комплексным легированием. Одной из основных причин разрушения при сварке в условиях естественных низких температур является большая склонность сталей повышенной и высокой прочности к образованию холодных трещин при сварке. К холодным трещинам в сварных соединениях, как известно, приводит не только неправильный выбор и подготовка сварочных материалов, но и образование закалочных структур, диффузия водорода и сварочные напряжения. Поэтому ремонтная сварка таких сталей требует высокой культуры выполнения работ, специальных сварочных материалов и четкого соблюдения технологии [7-10].

Из общего числа зарегистрированных случаев отказов сварных базовых узлов и деталей экскаваторов более 75% разрушений происходят в зимний период (октябрь-март). Возникновению хрупкого разрушения сварных соединений при низких температурах содействуют повышенные динамические и циклические нагрузки рабочих органов экскаваторов [6]. Статистика отказов, накопленная на горнодобывающих предприятиях Республики Саха (Якутия) показывает, что разрушения несущих сварных узлов техники в первоначальное время происходит из-за конструктивных недостатков. Поэтому важным фактором поддержания надежности и повышения эффективности использования машин является качественный и своевременный их ремонт.

Одним из основных видов ремонтных работ является восстановительная сварка металлоконструкций, от качества выполнения которой зависит работоспособность базовых узлов техники. Отсутствие надежной технологии ремонтной сварки разрушенных узлов металлоконструкций увеличивает материальные и трудовые убытки. Вследствие этого чрезмерно повышаются эксплуатационные расходы [11].

## **1.2 Импульсный режим и синергетическое управление при MIG/MAG сварке**

С каждым годом стремительно развиваются технологии управления сварочными процессами и каждая компания производитель стремится разработать что-нибудь оригинальное и усовершенствованное. На данный момент существует достаточно синергетических функций сварочных аппаратов [12]

Синергетическое управление позволяет сварщику сосредоточиться исключительно на ведении шва, не требуя применения специальной техники сварки при смене пространственных положений, колебаниях вылета электрода и других изменениях условий сварки. Процесс настройки источника под выполнение конкретной операции заключается в выборе необходимой синергетической программы на панели механизма подачи и задания требуемой скорости подачи проволоки.

Используя адаптивное управление, системы с синергетикой поддерживают постоянные условия сварки даже при значительных вылетах электрода при сварке труднодоступных участков шва. Система в прямом смысле жонглирует многочисленными переменными сварочного процесса, одновременно подстраивая сам процесс так, чтобы дуга всегда наилучшим образом соответствовала сварке в настоящий момент времени. Даже значительные колебания состава свариваемых материалов, зазора и положения сварочной горелки легко и автоматически компенсируются изменением эюры сварочного тока [12].

Проанализировав статьи из журналов и интернет ресурсов [12-16] предпочтение отдаем механизированной импульсной сварке MIG/MAG с синергетическим управлением.

Импульсная *MIG/MAG* сварка - это усовершенствованный вид механизированной сварки, который обеспечивает более высокое качество работы и устраняет недостатки традиционного *MIG/MAG* процесса.

Используя импульсный режим, сварку можно выполнять в любом пространственном положении. Перенос металла в сварочную ванну может быть капельным или струйным, при этом присадочная проволока используется максимально эффективно, поскольку разбрызгивание сведено почти к нулю. Импульсный режим оборудования значительно расширяет границы регулирования тока сварки и позволяет без проблем сваривать изделия из тонкого металла проволокой диаметром 0.8 мм, 1.0 мм, 1,2 мм.

В основном, импульсный режим - это способ переноса присадочного металла, когда расплавленный присадочный металл передается в сварочную ванну в контролируемой капельной форме. Это достигается за счет микропроцессорного управления выходными параметрами источника питания. Во время горения дуги, образуется капля металла определенного размера на конце присадочной проволоки, в этот момент источник питания подает дополнительный импульс тока, что способствует отрыву капли и попаданию ее в сварочную ванну. Все это позволяет контролировать размер капель и скорость их переноса в свариваемую ванну.

Импульсная *MIG/MAG* сварка значительно эволюционировала с момента ее первого появления на рынке. В 1980-х годах этот процесс был слишком сложным и, в целом, его использовали наиболее квалифицированные сварщики. Процесс сильно зависел от навыков и умений оператора, поскольку требовал точной настройки многих параметров. На сегодняшний день новейшие системы управления оборудованием и программирования значительно облегчают работу, и делают процесс настройки параметров сварки простыми и быстрыми. Оборудование содержит библиотеку сварочных программ, автоматизированных настроек и функций программирования, двойной импульсный режим - все это значительно расширяет возможности оборудования. Как результат, оператор устанавливает только основные



параметры, а все остальное - оборудование подбирает автоматически. Часто это называют «синергическим» управлением. Синергетика значительно облегчает процесс настройки оборудования и уменьшает требования к квалификации сварщика. Сварщик может задавать толщину металла, длину дуги, вылет проволоки, тип металла и защитного газа, скорость подачи проволоки, ток и напряжение сварки и тому подобное.

Синергетическое управления и наличие режима импульсной *MIG/MAG* сварки делает оборудования более дорогим по сравнению с традиционными источниками питания, однако такое оборудование позволяет получить наиболее качественный сварной шов, уменьшить расходы на разбрызгивание металла и зачистки деталей от брызг, работать с таким оборудованием могут операторы не высокой квалификации.

Ключевые преимущества:

- Повышение производительности. Импульсный режим обеспечивает лучший переноса металла. Кроме того, оборудование адаптивное и простое в настройке, поэтому на обучение тратится меньше рабочего времени;
- Улучшенное качество сварки. При сварке в режиме *MIG PULS* обеспечивается высокое качество сварки. Стабильное горение дуги без разбрызгивания металла способствует более экономному использованию трудовых ресурсов, а синергетическое управление позволяет получить высококачественные сварные швы даже новичку;
- Отсутствие разбрызгивания и уменьшение выделения дыма благодаря контролируемому переносу металла;
- Снижение тепловложений. Импульсный режим обеспечивает управляемое введение тепла в деталь, таким образом улучшается общее качество шва и уменьшаются деформации детали после сварки;
- Энергосбережение. Источники питания, построенные на современной элементной базе, чрезвычайно энергоэффективные,

электрическая энергия используется в полной мере при преобразованиях и в меньшей степени выделяется на нагрев внутренних компонентов. Дополнительная функция гибернации позволяет максимально снижать потребление электроэнергии в режиме ожидания [17].

### **1.3 Заключение**

Основываясь на выполненном анализе статей научных журналов и статей интернет ресурсов, предпочтение отдаем механизированной импульсной сварке *MIG/MAG* с синергетическим управлением.

## **2 Объект и методы исследования**

Объектом исследования является днище ковша экскаватора *P&H 2800*. Методом исследования в выпускной квалификационной работе является разработка технологии восстановления днища ковша экскаватора *P&H 2800*.

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Экскаваторы и другая горнотранспортная техника, эксплуатируемая на угольных разрезах относятся к «Опасным производственным объектам» [3]. Поэтому при восстановлении днища ковша горновыемочного экскаватора руководствуемся документацией НАКС [20] по группе технических устройств на горнодобывающее оборудование (ГДО).

На рисунке 1 показано днище ковша экскаватора *P&H 2800*.

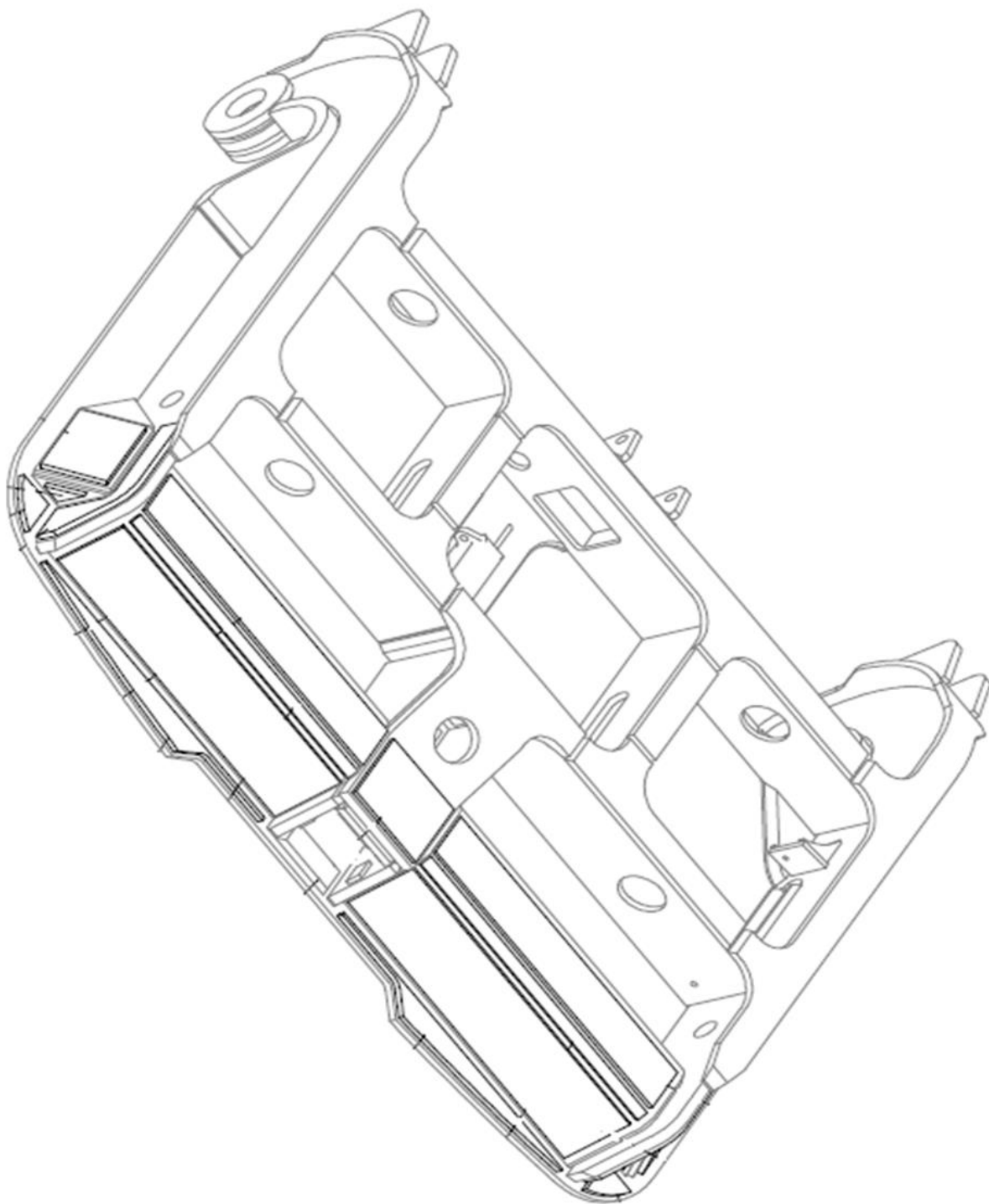


Рисунок 1 Днище ковша экскаватора P&H 2800

Днище ковша экскаватора *P&H 2800* является подвижной деталью ковша, которая обеспечивает запирание горной массы при зачерпывании, и ее перемещении с последующей разгрузкой горной массы в автосамосвалы. Днище ковша является сложной в изготовлении деталью, которая в процессе эксплуатации испытывает на себе высокие динамические нагрузки при

зачерпывании горной массы. В связи с этим при производстве ремонта днища ковша предъявляются высокие требования к качеству материалов используемых при ремонте, оборудованию для производства ремонта и персоналу выполняющему ремонт.

## **2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции**

При производстве ремонта днища ковша используется следующая НД для опасных производственных объектов [3]:

- Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах"[18];

- РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов в соответствии с «Порядком применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03)» и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ.[19]

- РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и

реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам. [20]

– РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Настоящий документ устанавливает порядок применения технологий сварки (наплавки), предназначенных для использования и/или используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, а также требования и условия проведения испытаний, аттестации и оформления их результатов. [21]

– РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

Настоящий стандарт распространяется на капиллярные методы неразрушающего контроля материалов, полуфабрикатов, изделий предназначенные для обнаружения невидимых или слабо видимых невооруженным глазом дефектов типа несплошностей материала, выходящих на контролируемую поверхность.

Стандарт устанавливает область применения, общие требования к дефектоскопическим материалам, аппаратуре, классам чувствительности, технологической последовательности выполнения операций, обработке и оформлению результатов контроля и требования безопасности. [22]

– ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3);

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д. [23]

– ГОСТ Р 50402-2011 (ИСО 5175:1987) Оборудование для газовой сварки, резки и родственных процессов. Устройства предохранительные для горючих газов и кислорода или сжатого воздуха. Технические требования и испытания


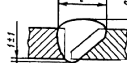
Настоящий стандарт [24] устанавливает общие требования безопасности, в том числе основные понятия, технические требования и методы испытаний предохранительных и защитных устройств для горючего газа и кислорода или сжатого воздуха, используемых в системах газопитания и расположенных между баллоном или местом отбора газа из трубопровода (редуктором, обратным клапаном или вентилем) и горелкой, резаком или другой газопламенной аппаратурой.

### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Для подготовки кромок основного листа днища ковша пользуемся ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3). [17]

По ГОСТ 14771-76 из таблицы 10 [23] выбираем конструктивные размеры для подготовки кромок свариваемых деталей для стыкового соединения С8 металла толщиной 30 мм, указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Конструктивные элементы сварных соединений, их размеры и предельные отклонения [23]

| Условное обозначение | Конструктивные элементы   |   | Способ сварки | $s =$<br>$s_I$ | $b$    |       | $c$    |       | $e$    |         | $g$    |       | $\alpha$ , град. (пред.) |
|----------------------|---|---|---------------|----------------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|--------------------------|
|                      | подготовлен   | шва сварно  |               |                | Номин. | Пред. | Номин. | Пред. | Номин. | Пред.   | Номин. | Пред. |                          |
| С8                   |  |  | У             | 28             | 2.0    | +1    | 2.0    | +1    | 18     | $\pm 3$ | 2.0    | +1    | 40                       |
|                      |   |   | П             | -              |        | .0-   |        | .0-   |        | .0      |        | .0-   |                          |
|                      |   |   |               | 30             |        | 2.    |        | 2.    |        |         |        | 2.    |                          |
|                      |   |   |               |                |        | 0     |        | 0     |        |         |        | 0     |                          |

Для таврового соединения скос кромок не требуется.

Перед монтажом лобового листа поз. 1 на днище ковша ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.000 СБ необходимо произвести зачистку кромок и прилегающие участки к кромкам на 20 мм абразивным инструментом и обезжирить.

### 2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Прихватки необходимо располагать только в местах наложения сварных швов. Катет шва прихваток под механизированную сварку должен быть 3—6 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена. Прихватки должны располагаться равномерно длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм, а в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа длина прихваток должна быть не менее 100 мм, расстояние между прихватками не более 400



мм. Высота прихватки должна составлять 0,3—0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм. Сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации. Прихватки выполняют рабочие, которые в последующем будут выполнять сварку. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву [25].

### **2.2.3 Требования к сборке сварного соединения**

Сборка под сварку деталей важная и ответственная операция, от которой зависит качество готового изделия. Некачественная сборка может привести к дефектам, которые не возможно будет исправить. Это размеры и форма готового изделия, размеры швов. Некачественная сборка может привести к не проварам и прожогам, если не выдержан правильный зазор между деталями. Поэтому к процессу сборки соединяемых деталей нужно относиться крайне ответственно соблюдая все нормируемые параметры сборки.

Нормируемые параметры сборки деталей под сварку – смещение кромок, зазор, отклонение от прямолинейности, требования к прихваткам (количество, длина, высота, место установки).

### **2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев**

Непосредственно перед сваркой корневого слоя шва производится просушка или предварительный подогрев зоны сварки и прилегающих к ним участков на расстоянии не менее 100 мм от разделки. Для сварки корневого валика применяются те же материалы, что и для последующих слоев шва. При

сварке корневого валика стыкового шва должен обеспечиваться обратный валик. Сварка всех швов днища ковша ведется блочным методом до полного заполнения каждого участка.

### **2.2.5 Требования к оформлению документации**

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами:

- ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль»;
- ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы»;
- ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки»;
- ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

## **2.3 Методы проектирования**

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою

очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные способы импульсно-дуговой сварки.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки днища ковша. Для повышения эффективности производства восстановления днища ковша был выбран сварочный вращатель *ВЕМ 12* [26], который удовлетворял требованиям для переворота днища ковша, но не требованиям для его закрепления в сварочный вращатель. Для закрепления днища ковша в сварочном вращателе было спроектировано устройство крепежное, которое обеспечивало надежное закрепление в сварочном вращателе.

## **2.4 Постановка задачи**

При выполнении ВКР по разработке технологии восстановления днища ковша экскаватора *P&H 2800* необходимо выполнить следующие задачи:

- разработать технологический процесс восстановления днища ковша;
- выбрать основные материалы;
- выбрать способ сварки;
- произвести расчет режимов сварки;
- выбрать оборудование для сварки;
- выбрать оснастку для восстановления;
- выбрать метод контроля сварки;
- разработать технологическую документацию;
- выполнить техническое нормирование операций.

### **3 Разработка технологического процесса**

Технологический процесс — это установленная соответствующими технологическими документами последовательность действий, взаимосвязанных между собой и направленных на объект процесса с целью получения требуемого результата.

#### **3.1 Анализ исходных данных**

Технологический анализ сварного соединения производится в целях подготовки исходных данных для проектирования технологии сварки плавлением, в данном случае – для разработки сварочных операций изучаем и анализируем чертёж изделия и условия эксплуатации изделия.

Днище ковша является составной частью экскаватора *P&H 2800*.

Габаритные размеры: 4415 мм 3388 мм 1219 мм.

Масса, кг.: 11050 кг.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

##### **3.1.1 Основные материалы**

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы,

кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения.

Тепловое воздействие на металл в около шовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения [26].

В качестве основного материала применяется сталь *STRENX 700 E*. Сталь *STRENX 700 E* – высокопрочная конструкционная сталь с пределом текучести 650-700 МПа в зависимости от толщины. К типичным сферам применения относятся несущие конструкции, к которым предъявляются особые требования. По механическим свойствам и назначению сталь *STRENX 700 E* подходит для восстановления днища ковша *P&H 2800*. Химический состав представлен в таблице 2 [28].

Таблица 2 – Химический состав стали *STRENX 700 E* [28]

| <i>C</i>   | <i>Si</i>  | <i>Mn</i>  | <i>P</i>   | <i>S</i>   | <i>Cr</i>  | <i>Cu</i>  | <i>Ni</i>  | <i>Mo</i>  | <i>B</i>   |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) | (max<br>%) |
| 0.20       | 0.60       | 1.60       | 0.020      | 0.010      | 0.80       | 0.30       | 2.0        | 0.70       | 0.005      |

Механические свойства представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Механические свойства стали *STRENX 700 E* [28]

| Толщина<br>(мм) | Предел текучести<br>(мин., МПа) | Предел прочности<br>(МПа) | Относительное<br>удлинение (мин.<br>%) |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------|--|
| 4.0 - 53.0      | 700                             | 780 - 930                 | 14                                     |

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода. Если углеродный эквивалент  $C_{эв}$  больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла. Из буклета на сталь *STRENX 700 E* эквивалент углерода определяется по формуле [28]:

$$C_{эв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Ni)}{15} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} = 0,20 + \frac{1,6}{6} + \frac{0,8 + 2}{15} + \frac{0,8 + 0,7}{5} = 0,49 \quad (1)$$

где:  $C$  – углерод, %;

$Mn$  – марганец, %;

$Cr$  – хром, %;

$Ni$  – никель, %;

$Mo$  – молибден, %;

$V$  – ванадий, %.

Среди превосходных характеристик высокопрочной стали *STRENX 700 E* следует отметить ее прекрасную свариваемость. Сталь *STRENX 700 E* можно сваривать с любой другой свариваемой сталью любыми обычными способами.

Сварка стали *STRENX 700 E* чаще всего производится с применением нелегированных и низколегированных сварочных материалов. [28]

Таким образом, делаем вывод, что сталь *STRENX 700 E* удовлетворяет техническим требованиям для восстановления днища ковша *P&H 2800*.

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы



проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

По приведенному обзору литературы в параграфе 1.2 используем сварку плавящимся электродом в смеси защитных газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 с системой синергетического управления.

Синергетическое управления и наличие режима импульсной *MIG/MAG* сварки делает оборудования более дорогим по сравнению с традиционными источниками питания, однако такое оборудование позволяет получить наиболее качественный сварной шов, уменьшить расходы на разбрызгивание металла и зачистки деталей от брызг, работать с таким оборудованием могут сварщики не высокой квалификации.

Ключевые преимущества:

- Повышение производительности. Импульсный режим обеспечивает лучший переноса металла. Кроме того, оборудование адаптивное и простое в настройке, поэтому на обучение тратится меньше рабочего времени;
- Улучшенное качество сварки. При сварке в режиме *MIG* обеспечивается высокое качество сварки. Стабильное горение дуги без разбрызгивания металла способствует более экономному использованию трудовых ресурсов, а синергетическое управление позволяет получить высококачественные сварные швы даже новичку;
- Отсутствие разбрызгивания и уменьшение выделения дыма благодаря контролируемому переносу металла;
- Снижение тепловложений. Импульсный режим обеспечивает управляемое введение тепла в деталь, таким образом улучшается общее качество шва и уменьшаются деформации детали после сварки.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

К сварочным материалам относят сварочную проволоку, плавящиеся покрытые электроды, различные флюсы, защитные газы.

Указанные материалы должны обеспечивать требуемые геометрические размеры и свойства сварного шва, хорошие технологические ведения процесса сварки, необходимые санитарно-гигиенические условия труда при сварке.

Это достигается тем, что сварочные материалы участвуют:

- в защите расплавленного металла в зоне протекания металлургических процессов, а в некоторых случаях и нагретого атмосферного воздуха;
- в регулировании химического состава металла шва путем его раскисления и легирования;
- в очистке металла шва, удаления серы, фосфора, включений оксидов и шлаков;
- в очистке металла шва от водорода и азота;
- в ряде случаев в модифицировании, измельчении первичной структуры.

Выбор сварочных материалов обусловлен применяемыми основными материалами. Необходимо учитывать: химический состав свариваемого металла, способ сварки, механические свойства металла и т.д.

Механизированную сварку плавящимся электродом в защитном газе выполняют проволокой *OK Autrod 12.51* ГОСТ ISO 14341-2020 [25]. Проволока *OK Autrod 12.51* применяется для сварки в защитных газах нелегированных и мелкозернистых сталей. Химический состав проволоки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав проволоки *OK Autrod 12.51* [29]

| <i>C</i> , % | <i>Mn</i> , % | <i>Si</i> , % | <i>Cr</i> не<br>более, % | <i>Ni</i> не<br>более, % | <i>S</i> не<br>более, % | <i>P</i> не<br>более, % | <i>Al</i> не<br>более, % |
|--------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 0,05-0,11    | 1,8-2,1       | 0,7-0,95      | 0,2                      | 0,25                     | 0,025                   | 0,03                    | 0,01                     |

Свойства металла шва  $\sigma_b = 610$  МПа;  $\delta = 28$  %

В качестве защитного газа выбираем смесь *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5].

### 3.2 Технологические режимы сварки

К параметрам сварки в смеси защитных газов плавящимся электродом относятся:

- 1) Диаметр электродной проволоки  $d_{\text{эп}}$ ;
- 2) Сварочный ток  $I_c$ ;
- 3) Напряжение сварки  $U_c$ ;
- 4) Расход защитного газа  $g_{\text{зг}}$ ;
- 5) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{эп}}$ ;
- 6) Вылет электродной проволоки  $\ell_b$ ;
- 7) Общее количество проходов  $n_{\text{по}}$ .

Расчет режима механизированной сварки в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 для шва ТЗ-Δ25

Выбран стандартный тип соединения ТЗ-Δ25 по ГОСТ 14771-76. [29]

Коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва «в лодочку» принимаем  $F_{\text{НК}}=20$  мм<sup>2</sup> и  $F_{\text{НЗ}}=40$  мм<sup>2</sup>.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла по формуле [30]:

$$F_{HO} = K_3 \times \frac{K}{\sin\left(\frac{p}{4}\right)} \times g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \times \frac{25}{\sin\left(\frac{p}{4}\right)} \times 0,9 + \frac{25^2}{2} = 334 \text{ мм}^2 \quad (2)$$

Определим общее количество проходов [27]:

$$n_{HO} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{F_{H3}} + 1 = \frac{334 - 20}{40} + 1 = 8,85 \quad (3)$$

Примем  $n_{HO} = 9$ .

Уточним площадь  $F_{H3}$  с учетом количества проходов [31]:

$$F'_{H3} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{n_{HO} - n_{HK}} = \frac{334 - 20}{5 - 1} = 78,5 \text{ мм}^2 \quad (4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого  $d_{ЭПК}$  и заполняющих  $d_{ЭПЗ}$ , при сварке «в лодочку»  $K_d = 0,149 \dots 0,409$ :

$$d_{ЭПК} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{HK}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \times 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (5)$$

$$d_{ЭПЗ} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{H3}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \times 39,5^{0,625} = 1,48 \dots 4,1 \text{ мм} \quad (6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:  $d_{ЭПК} = 1,2 \text{ мм}$ . и  $d_{ЭПЗ} = 1,2 \text{ мм}$ .

Рассчитаем скорость сварки для корневого и заполняющего проходов [31]:

$$V_{СК} = \frac{8,9 \times d_{ЭПК}^2 + 50,6 \times d_{ЭПК}^{1,5}}{F_{HK}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{20} = 3,96 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (7)$$

$$V_{СЗ} = \frac{8,9 \times d_{ЭПЗ}^2 + 50,6 \times d_{ЭПЗ}^{1,5}}{F'_{H3}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{39,5} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (8)$$

$$\text{Принимаем } V_{СК} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{СЗ} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (9)$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [30]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \times V_{\text{СК}} \times F_{\text{НК}}}{p \times d_{\text{ЭПК}}^2 \times (1 - y_p)} = \frac{4 \times 2 \times 20}{p \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (10)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \times V_{\text{СЗ}} \times F_{\text{НЗ}}}{p \times d_{\text{ЭПЗ}}^2 \times (1 - y_p)} = \frac{4 \times 2 \times 78,5}{p \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 65,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 236 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (11)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [31]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \times \left( \sqrt{1450 \times d_{\text{ЭПЗ}} \times V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \times \left( \sqrt{1450 \times 1,2 \times 66,3 + 145150} - 382 \right) = 324 \text{ А}, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \times \left( \sqrt{1450 \times d_{\text{ЭПЗ}} \times V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \times \left( \sqrt{1450 \times 1,2 \times 65,6 + 145150} - 382 \right) = 321 \text{ А}. \end{aligned} \quad (13)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения «в лодочку»  $I_{\text{С}} \leq 510 \text{ А}$ .

Определим напряжение сварки для <sup>x</sup> корневого и заполняющего проходов [31]:

$$U_{\text{С}} = 14 + 0,05 I_{\text{С}}, \quad (14)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \times 294 = 28,2 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \times 291 = 28 \text{ В}.$$

Расход защитного газа для соответствующих проходов [32]:

$$q_{\text{ЗЗ}} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_{\text{С}}^{0,75} \quad (15)$$

$$q_{\text{ЗК}} = 3,3 \times 10^{-3} \times 294^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,96 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{\text{ЗС}} = 3,3 \times 10^{-3} \times 291^{0,75} = 0,214 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Сварочный полуавтомат *MAXI 5005* с механизмом подачи проволоки *ES 5* имеет 12 программ синергетического управления процессом сварки. По рассчитанным режимам сварки из таблицы 5 выбираем программу *Pr 4* [32].

### 3.3 Выбор основного оборудования

Пост для механизированной сварки в смеси газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5] содержит сварочный полуавтомат, резак пропановый РЗ-02П, подача газа осуществляется из баллонов.

Параметры режимов сварки, рассчитанные в ходе выпускной работы, дают установить требования к оборудованию для данной сварной конструкции. Для выбора рационального оборудования служат следующие принципы:

- а) техническая возможность использования оборудования
- б) высокая эксплуатационная надежность, простота обслуживания
- в) низкое потребление электроэнергии
- г) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- д) высокий КПД;
- ж) минимальный срок окупаемости.

Согласно требуемым условиям для механизированной сварки плавящимся электродом выбираем сварочный полуавтомат *MAXI 5005* с механизмом подачи проволоки *ES 5* [32] с синергетическим управлением.

Технические характеристики *MAXI 5005*с механизмом подачи проволоки *ES 5*.

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Напряжение сети:                      | 220/380 В    |
| MIG/MAG сварочный ток:                | 60 - 500 А   |
| Диаметр стальной проволоки (min-max): | 0.8-2 мм     |
| Напряжение холостого хода:            | 51 В         |
| Коэффициент мощности:                 | 0.97         |
| КПД:                                  | 78           |
| Потребляемая мощность:                | 12.50 кВА    |
| Габаритные размеры:                   | 1060x600x780 |

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Вес:                     | 116 кг.  |
| MIG/MAG ток при ПВ 100%: | 360 А    |
| MIG/MAG ток при ПВ 60%:  | 420 А    |
| MIG/MAG ток при ПВ 35%:  | 500 А    |
| Частота сети, Гц:        | 50/60 Гц |

В таблице 5 приведены параметры синергетического управления полуавтомата *MAXI 5005* с механизмом подачи проволоки ES 5.

Таблица 5 – Параметры синергетического управления полуавтомата *MAXI 5005* [32]

| Параметр    |           |                             |                      | Толщина свариваемых деталей |      |      |      |
|-------------|-----------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Программа   | Материал  | Газ                         | Диаметр<br>проволоки | 5                           | 10   | 25   | 30   |
|             |           |                             |                      | Напряжение, V               |      |      |      |
| <i>Pr.1</i> | <i>Fe</i> | 80%Ar<br>20%CO <sub>2</sub> | 1                    | 32.2                        | 33.8 | 41.1 | -    |
| <i>Pr.2</i> | <i>Fe</i> | 80%Ar<br>20%CO <sub>2</sub> | 1.2                  | 30.7                        | 34.0 | 38.2 | 40.9 |
| <i>Pr.3</i> | <i>Fe</i> | 80%Ar<br>20%CO <sub>2</sub> | 1.6                  | 26.0                        | 35.3 | 37.8 | 41.0 |
| <i>Pr.4</i> | <i>Fe</i> | CO <sub>2</sub>             | 1                    | 32.6                        | 39.3 | 42.4 | -    |
| <i>Pr.5</i> | <i>Fe</i> | CO <sub>2</sub>             | 1.2                  | 30.2                        | 34.6 | 37.1 | 39.0 |
| <i>Pr.6</i> | <i>Fe</i> | CO <sub>2</sub>             | 1.6                  | 32.2                        | 38.0 | 42.1 | 46.1 |

### 3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных

приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).
- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;
- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной



установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

В качестве приспособления для ремонта днища ковша выбран двухстоечный сварочный вращатель серии *ВЕМ* [26], технические характеристики которого указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики двухстоечного сварочного вращателя *ВЕМ 12* [26]

| Модель        | Грузоподъемность, т. | Макс. ширина изделия, мм | Макс. длина изделия, мм. | Высота до оси вращения, мм. | Высота, мм. | Вращающ. момент, Нм | Скорость вращения, об/мин | Скорость подъема, мм/мин. |
|---------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>ВЕМ-12</i> | 12                   | 4500                     | 15000                    | 1100-2800                   | 3000        | 26500               | 0,2-1                     | 930                       |

Сварочный вращатель *ВЕМ-12* выбран по габаритным размерам днища ковша относительно технических характеристик вращателя.

### 3.5 Расчет болтовых соединений

Днище ковша в сварочном вращателе закрепляется при помощи крепежного приспособления ФЮРА.000001.174 ЛП, которое закреплено на

сварочном вращателе при помощи болтового соединения. Во время восстановления днище ковша переворачивается в сварочном вращателе в горизонтальной плоскости, поэтому болтовое соединение сварочного вращателя с крепежным приспособлением испытывает вертикальную нагрузку на срез. Внешние усилия в болтовом соединении стремятся сдвинуть соединяемые элементы один относительно другого. Рисунок 2 [31]

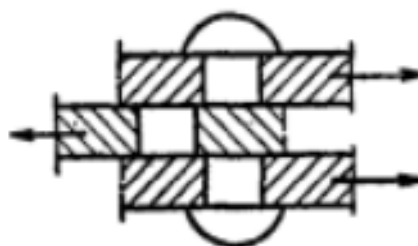


Рисунок 2 Работа болта (срез стержня)

Поставленные в отверстия болты препятствуют этому сдвигу, в них возникают деформации. Рисунок 1. В болтах возникают напряженные состояния, по плоскости соприкосновения сдвигаемых элементов возникают срезающие напряжения.

Болтовое соединение крепежного приспособления со сварочным вращателем во время переворачивания днища ковша работает всегда в одном направлении под тяжестью днища ковша.

Расчет сопротивления срезу материала болтов проводим по формуле [33].

$$\tau = \frac{N}{\sum F_{cp}} = \frac{N}{nn_{cp} \frac{\pi d^2}{4}} \leq R_{cp}^{\delta} \quad (16)$$

где:  $N$  – расчетное усилие, действующее в соединении;

$n$  – число болтов в соединении;

$n_{cp}$  – число рабочих срезов одного болта;

$d$  – наружный диаметр болта в болтовом соединении.

Произведем расчет крепежного приспособления со сварочным вращателем для десяти болтов диаметром 24 мм из стали класса 8.8 [33].

$$\tau = \frac{108363.5}{10 \times 1 \times \frac{3.14 \times 24^2}{4}} = 23.96 \leq 30$$

Произведем еще несколько расчетов для разных диаметров болтов и их количестве. Данные расчетов сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет болтового соединения

| Диаметр<br>болта, мм. | Количество болтов |       |       |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|
|                       | 8                 | 10    | 12    |
|                       | Расчетные данные  |       |       |
| 22                    | 36,17             | 29,19 | 21,11 |
| 24                    | 30,29             | 23,96 | 19,63 |
| 27                    | 29,63             | 19,71 | 16,11 |

По произведенным расчетам предельного усилия болтового соединения крепежное приспособление удовлетворяет требованиям расчета на срезающее напряжение в болтах для болта диаметром 24 мм. в количестве 10 штук.

### 3.6 Схема общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы

Процесс восстановления днища ковша выполняется на одном рабочем месте в сварочном вращателе. В процессе восстановления днища ковша на него устанавливаются детали ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.001 и футеровка ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.002 и выполняется их сварка по схеме общей сборки указанной на рисунке 3.

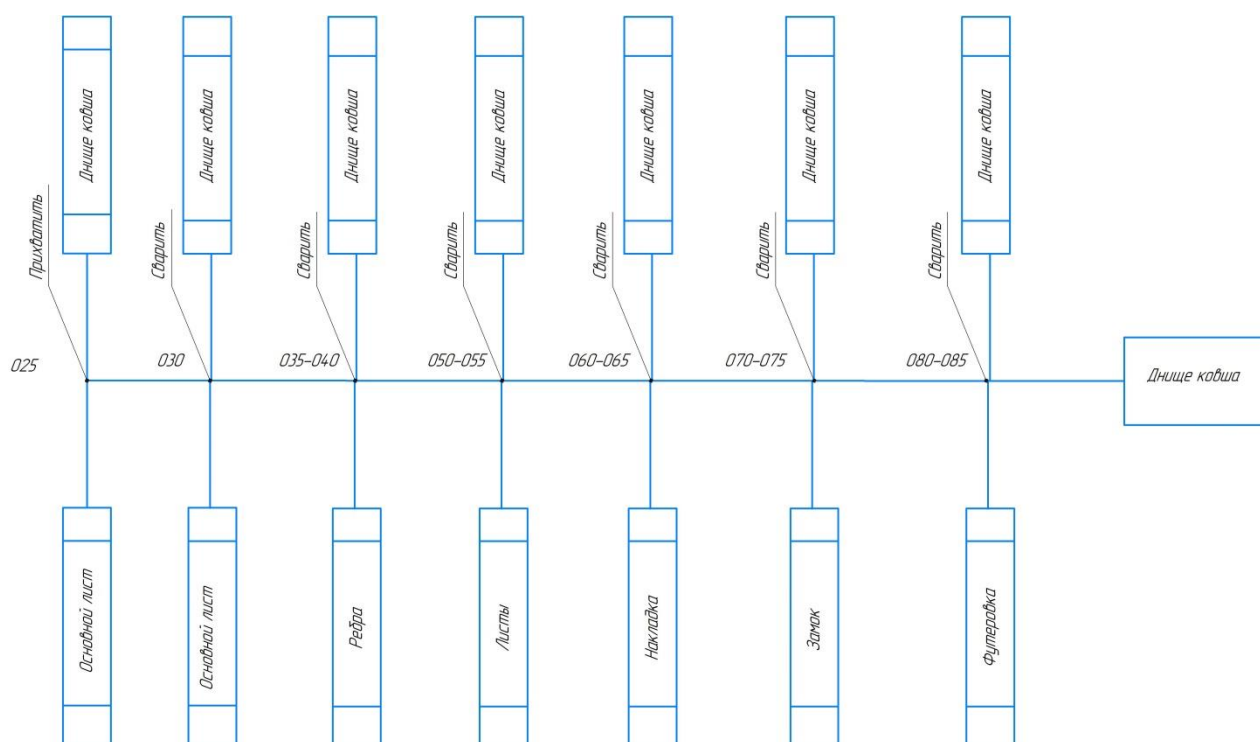


Рисунок 3 Схема общей сборки

### 3.7 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Для проведения контроля по восстановлению днища ковша выбираем два регламентируемых метода контроля: визуальный и измерительный контроль (ВИК) [22] и капиллярный метод контроля [34].

В качестве инструкции по визуальному и измерительному контролю руководствуемся РД 03-606-03 [22] «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

РД 03-606-03 устанавливает порядок проведения визуального и измерительного контроля (далее ВИК) основного материала и сварных соединений при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании технических

устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России.

ВИК выполненных сварных соединений проводят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов, проверки геометрических размеров сварных швов и допустимости выявленных деформаций, поверхностных несплошностей и дефектов формы сварных швов.

Дефекты, выявленные ВИК должны быть устранены до выполнения последующей технологической операции или до приемки объекта контроля.

В качестве средств ВИК при восстановлении днища ковша *P&H 2800* используется набор «АРШИН-Универсал». В комплект ВИК «АРШИН-Универсал» входят: лупа просмотровая семикратная асферическая 7х с ручкой; лупа просмотровая ЛП-3–6 х (шестикратная) с подсветкой, лупа измерительная ЛИ-10 (десятикратная), универсальный шаблон сварщика УШС-2, универсальный шаблон сварщика УШС-3, универсальный шаблон Красовского (УШК), шаблон Ушерова-Маршака, набор радиусных шаблонов N 1 ( $R = 1 \dots 6$  мм), набор радиусных шаблонов N 3 ( $R = 7 \dots 25$  мм), набор щупов N 4 (0,1...1,0 мм, длина щупов 70 мм), штангенциркуль ШЦ-1-125–0,1, угольник 90° типа УП 160×100 мм, линейка металлическая Л-300 (300 мм), рулетка в закрытом корпусе 5м, инспекционное телескопическое зеркало, мел термостойкий, фонарь светодиодный, маркер промышленного применения, толщиномер электромагнитный МТ-2007, люксметр ТКА-Люкс, калькулятор, блокнот, ручка, паспорт (со Свидетельствами метрологической поверки на измерительный инструмент), руководящий документ РД 03-606–03, укладочная сумка дефектоскописта с наплечным ремнем.

Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна

рассматриваться под углом более  $30^\circ$  к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

При ВИК сварных соединений контролируемая зона должна включать в себя поверхность металла шва, а также примыкающие к нему участки материала в обе стороны от шва шириной:

- не менее 20 мм - для стыковых соединений, выполненных дуговой сваркой при номинальной толщине сваренных деталей свыше 20 мм;
- не менее 5 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) - для угловых, тавровых, торцовых и нахлесточных сварных соединений выполненных дуговой сваркой.

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов проводится после выполнения каждого слоя.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);
- качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами.

В выполненном сварном соединении измерениями необходимо контролировать:

- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;
- высоту и ширину шва;
- высоту (глубину) углублений между валиками и чешуйчатость поверхности шва;
- подрезы (глубину и длину) основного металла;
- отсутствие непроваров с наружной и внутренней стороны шва;
- размеры катета углового шва.

При восстановлении днища ковша *P&H* 2800 основными контролируруемыми параметрами и инструменты контроля при ВИК указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Контролируемые параметры и инструмент ВИК

| Контролируемый параметр                                  | Инструмент  |
|--|---|
| Ширина и высота шва                                      | Штангенциркуль ШЦ-1-125–0,1                                   |
| Катет углового шва                                       | Штангенциркуль ШЦ-1-125–0,1 и угольник 90° типа УП 160×100 мм |
| Размеры (диаметр, длина, ширина) одиночных несплошностей | Лупа измерительная ЛИ-10                                      |

В качестве инструкции по капиллярного методу контроля руководствуемся РД-13-06-2006 [34] «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах».

Капиллярному контролю подлежат поверхности изделия, принятые по результатам визуального и измерительного контроля в соответствии с требованиями Инструкции по визуальному и измерительному контролю (РД 03-606-03).

Капиллярный контроль проводят в целях выявления поверхностных несплошностей: трещин, пор, шлаковых включений, раковин,

межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и других несплошностей, а также места их расположения, протяженности и характера распространения.

Необходимыми условиями для проведения капиллярного контроля являются: наличие доступа к контролируемой поверхности для обработки ее дефектоскопическими материалами и возможностью достаточного освещения (не менее 500 Лк), приемлемые уровни температур окружающего воздуха и контролируемой поверхности.

При контроле сварных соединений контролируемая зона включает всю поверхность сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного материала (зону термического влияния) в обе стороны от шва шириной такой же, как при ВИК.

Для проверки чувствительности дефектоскопических материалов применяют контрольные образцы.

В качестве набора для проведения капиллярной дефектоскопии днища ковша Р&Н 2800 применяется набор от компании *Sherwin* [35]. В состав набора входят три составляющих:

- Пенетрант *DP-51 Sherwin*. Универсальный красный пенетрант для капиллярной дефектоскопии в среднем температурном диапазоне. Пенетрант *DP-51* соответствует 2 классу чувствительности по ГОСТ 18442-80. Пенетрант не вызывает коррозии, легко смывается водой и совместим с металлическими материалами. Основные характеристики пенетранта *DP-51*: температура применения - от +10 до + 50°C, время проникновения в полость дефекта – от 5 до 30мин в зависимости от температуры, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [35]

- Универсальный очиститель *DR 60 Sherwin* используется для очистки контролируемой поверхности и удаления избытков пенетранта после его нанесения. *DR 60* используется с любыми металлами и большинством полимерных изделий, очиститель *DR 60* может применяться с любыми



пенетрантами *Sherwin*. Основные характеристики очистителя *Sherwin DR-60*: температура применения - от 0 до + 50°C, температура замерзания -15°C. Расход очистителя сильно зависит от типа поверхности и ее загрязненности. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [35].

– *D-100 Sherwin* – универсальный, спиртовой проявитель белого цвета, использующийся для выявления следов пенетранта при средних температурах. Обязательным условием применения, является распыление проявителя только при помощи аэрозольного баллона или специального пульверизатора. Основные характеристики проявителя *Sherwin D-100*: температура применения - от 0 до + 50°C, время индикации дефекта – от 1-10 мин, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [35].

Капиллярный контроль проводится в следующей последовательности:

- нанесение индикаторного пенетранта;
- удаление индикаторного пенетранта с контролируемой поверхности;
- сушка поверхности объекта контроля;
- нанесение и сушка проявителя пенетранта;
- осмотр контролируемой поверхности и регистрация дефектов;
- удаление проявителя [34].

После устранения выявленных дефектов проводится повторный контроль в указанной последовательности.

Результаты контроля оцениваются в соответствии с нормами допустимости дефектов, предусмотренными документацией на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию или техническое освидетельствование.

При возникновении сомнительных мест с ложными индикациями индикаторный след удаляется и проводится визуальный осмотр с

применением лупы 2—7-кратного увеличения. В сомнительных случаях проводится повторный контроль [34].

### **3.8 Разработка технологической документации**

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

### **3.9 Техническое нормирование операций**

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия.

Норма штучного времени  $T_{ш}$ , мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [36]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к.} \times L + t_{ви}) \times K_n \quad (17)$$

где  $T_{н.ш.к.}$  – неполное штучно-калькуляционное время, ч;

$L$  – длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{ви}$  – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{ншк}$  определяется по формуле [36]:

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{ви}) \times (1 + \frac{a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}}{100}) \quad (18)$$

где  $T_0$  – основное время сварки, ч;

$t_{ви}$  – вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обсл}$ ;  $a_{от.л}$ ;  $a_{п-з}$ ; – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ( $a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}$ ) составляет 28,8 %.

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [31]:

$$T_o = \frac{F \times g \times 60}{I \times a_n} \quad (19)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>;

$I$  – сила сварочного тока, А;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла, г/см. (при сварке сталей составляет 7,8г/см<sup>3</sup>);

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 040 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

- а) марка стали: *STRENX 700 E*;
- б) марка электродной проволоки: *OK Autrod 12.51*;
- в) шов №4 ГОСТ 14771-76-Т6-Δ25;
- г) длина шва – 350 мм;
- д) положение шва нижнее;

е) площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=81$  мм;

ж) коэффициент наплавки для сварочной проволоки *OK Autrod 12.51* при механизированной сварке сталей в среде защитных газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010,  $\alpha_n = 15$  г/(А·ч) [31].

з) из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока  $I=310 - 330$  А.

При сварке в среде углекислого газа  $K_{шп}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [26]:

$$T_o = \frac{350 \times 7,8 \times 60}{360 \times 15} = 48,53 \text{ мин} = 0,8 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (18), с учётом того, что  $t_{вш}$  согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{н.ш.к} = (48,53 + 0,5) \times (1 + \frac{28,8}{100}) = 63,15 \text{ мин.} = 1,05 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (17) с учётом того, что  $t_{ви}$  равен 0,78 мин.;  $K_n = 1,2$  то:

$$T_{ш} = (48,53 \times 35 + 0,78) \times 1,2 = 756 \text{ мин.} = 12,6 \text{ ч.}$$

Проведем расчет норм времени для предлагаемого и базового технологического процесса, результаты сведём в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормы времени на восстановление днища ковша

| № опер. | Наименование операции | T <sub>шт</sub> , мин |
|---------|-----------------------|-----------------------|
| 005     | Комплектование        | Учтено в сб. опер.    |
| 010     | Сборочная             | 8                     |
| 015     | Демонтажная           | 122,2                 |
| 020     | Слесарная             | 25,3                  |
| 025     | Сборочная             | 11,5                  |
| 030     | Сварочная             | 404,4                 |
| 035     | Сборочная             | 4                     |
| 040     | Сварочная             | 12,6                  |
| 045     | Контроль              | 2                     |
| 050     | Сборочная             | 4                     |
| 055     | Сварочная             | 22,2                  |
| 060     | Сборочная             | 2                     |
| 065     | Сварочная             | 12,1                  |
| 070     | Сборочная             | 1                     |
| 075     | Сварочная             | 8,6                   |
| 080     | Сборочная             | 8                     |
| 085     | Сварочная             | 46,7                  |
| 090     | Контроль              | 4,5                   |
| 095     | Контроль              | 7                     |

### 3.10 Материальное нормирование

Материальное нормирование — это неотъемлемая часть технологической подготовки, осуществление которой необходимо для

эффективного определения себестоимости изготавливаемой продукции и планирования производства в целом.

### 3.10.1 Расход металла

Количество металла, идущего на восстановление днища ковша определяем по весу листа *STRENGTH 700 E 30\*2500\*6000* и весу футеровки *HARDOX 450 25\*2500\*6000*. Вес металла определяем по габаритным размерам листов используя, калькулятор металлопроката [37]. Далее путем сложения найдем вес используемого металла для восстановления днища ковша.

$$m = 3532,5 + 2943,5 = 6476 \text{ кг.}$$

### 3.10.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси защитных газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [36]:

$$M_{ЭП} = K_{Р. П.} \times (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (20)$$

где  $K_{Р. П.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{Р. П.} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{Р. П.} = 1,03$  [21];

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,05$  для механизированной сварки полуавтоматом MAXI 5005;

$M_{НО.}$  – масса наплавленного металла;

$$M_{НО.} = 1,03 \times (1 + 0,05) \times 249,93 = 270,3 \text{ кг.}$$

### 3.10.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [38]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (21)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа,  $t_c$  – время сварки, согласно таблице 8.

$$Q_{з.г.} = 0,72 \times 506,6 = 364,8 \text{ м}^3.$$

### 3.10.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [31]:

$$W_{тэ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{h_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (22)$$

где  $U_c$ ,  $I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_{и}$  – КПД источника сварочного тока [32];

$P_x$  – мощность холостого хода источника [32];

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [31]:

$$З_{мэ} = W_{тэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (23)$$

где  $W_{тэ}$  – расход технологической электроэнергии; Вт·ч [30];

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 12,06$  руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{31 \times 330 \times 21,4}{0,9} + \frac{29 \times 210 \times 4,3}{0,9} + 0,4 \times \left( \frac{25,7}{0,7} - 25,7 \right) = 272347,73 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 272,3 \times 12,06 = 3283,9 \text{ руб.}$$



## **4 Конструкторский раздел.**

Конструкторский раздел содержит информацию о выборе сборочно-сварочных приспособлениях порядке их работы и описание рационализаторского предложения по модернизации днища ковша P&H 2800.

### **4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений.**

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования.

При разработке технологии восстановления днища ковша *P&H 2800* был выбран сварочный вращатель *ВЕМ 12* показанный на рисунке 4. Для установки днища ковша на сварочный вращатель было спроектировано приспособление крепежное ФЮРА.000001.174.00.003 которое обеспечивает надежное удержание днища ковша в сварочном вращателе во время переворота и производства работ.

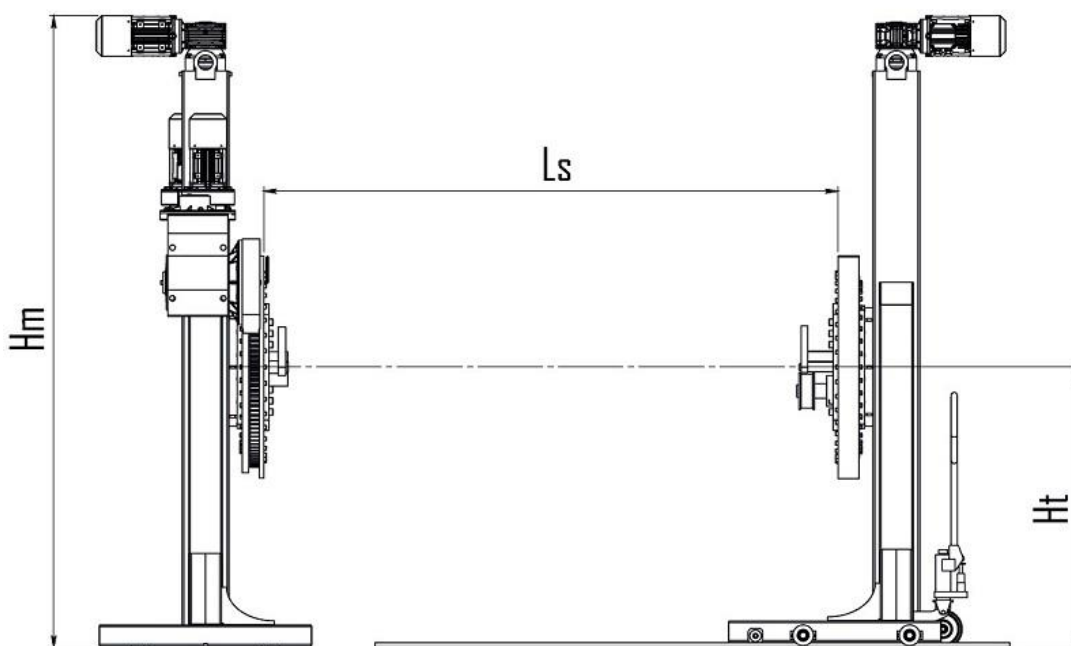


Рисунок 4 – Двухстоечный сварочный вращатель серии *BEM*.

#### 4.2 Порядок работы приспособлений

Приспособление предназначено для переворачивания днища ковша в процессе проведения ремонта. Приспособление состоит из основания и двух стоек, установленных на винтовых подъемниках. Днище ковша при помощи крепежного приспособления фиксируется между стоек сварочного вращателя. Технология установки днища ковша в сварочный вращатель приводится в таблице 9.

Таблица 9 – Технология установки днища ковша в сварочный вращатель.

| № пп | Операция  |
|------|---|
| 1    | Левая стойка отодвигается на расстояние позволяющее завести днище ковша между стойками сварочного вращателя.                            |
| 2    | На сварочный вращатель устанавливается крепежное приспособление.  |
| 3    | Днище ковша цепляется стропами при помощи кран-балки, заводится между стойками сварочного вращателя.                                    |
| 4    | Левая стойка сдвигается к днищу ковша, при этом контролируется чтобы крепежное приспособление вошло в технологические окна днища ковша. |
| 5    | Зафиксировать левую стойку при помощи механического тормоза.  |

Технология операции переворота днища ковша:

1. Отсоединить клемму заземления от днища ковша;
2. Поднять днище ковша при помощи винтовых подъемников сварочного вращателя на высоту 1 метр от уровня пола;
3. Перевернуть днище ковша при помощи поворотного механизма сварочного вращателя;
4. Отпустить днище ковша при помощи винтовых подъемников до уровня пола;
5. Присоединить клемму заземления к днищу ковша;
6. Отключить электропитание сварочного вращателя.

#### **4.3 Рационализаторское предложение. Модернизация днища ковша P&H 2800**

За время эксплуатации экскаватора P&H 2800 на ОА «Черниговец» период эксплуатации более 7 лет были выявлены значительные конструкционные недостатки днища ковша что, приводило к аварийным простоям экскаватора для проведения ремонта. Для предупреждения аварийных ремонтов было внедрено рационализаторское предложение под названием «Модернизация ковша экскаватора P&H 2800 ХРС № 52 (боковое усиление днища ковша)».

– Описание рационализаторского предложения

На днище ковша по бокам установлены боковые усиления длиной 400 мм, шириной 250 мм.

– Недостатки

Во время погрузки экскаватором горной массы происходит открывание и закрывание днища ковша, при закрывании днища происходит удар о корпус ковша, из-за недостаточной ширины боковых усилений происходит растрескивание усиления в местах сварочных швов и основного металла днища.

– Предложение 3

Установить на днище ковша боковые усиления с внутренними ребрами усиления большего размера (длиной 800 мм., шириной 400 мм.) Металл использовать 09Г2С толщиной 20 мм.

– Ожидаемый эффект

Это позволит снизить нагрузку на боковое усиление и приведет к исключению возникновения трещин на боковых усилениях днища ковша, что в свою очередь приведет к уменьшению времени проведения сварочных ремонтных работ.

Акт об использовании рационализаторского предложения утвержден  
03.06.2018г.

Экономический эффект от модернизации днища ковша за один год от  
внедрения рационализаторского предложения составил 355720 руб.

## **5 Проектирование участка сборки-сварки**

При проектировании участка сборки-сварки необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- форма и габаритные размеры изделия;
- вид ремонта;
- расположение оборудования задействованного в процессе ремонта;
- расположение персонала участвующего в ремонте;
- обеспечение безопасности при выполнении ремонта.

### **5.1 Состав сборочно-сварочного цеха**

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для проектируемого участка восстановления днища ковша принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением

производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой.

## **5.2 Расчет основных элементов производства**

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты.

### **5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования**

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [38]:

$$C_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F_d \times K_{вн}}, \quad (25)$$

где  $N$  – годовая производственная программа, шт.,  $N = 12$  шт.

$T_{шт}$  – трудоемкость определенной операции, мин.;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,  $F_d = 3760$  ч. [37];

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.,  $K_{вн} = 1,0$  [38].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования  $C_p$  до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [38]:

$$K_z = C_p / C_n \times 100\%, \quad (26)$$

где  $C_p$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$C_n$  – принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{12 \times 30396}{3760 \times 60} = 1,61.$$

Для обеспечения рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное  $C_p=2$ .

Далее определим коэффициент загрузки:

$$K_z = 1,6 / 2 \times 100\% = 85\%.$$

Аналогично определяем необходимое количество остального оборудования для базового и предлагаемого вариантов технологического процесса восстановления днища ковша и результаты расчетов сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

| Номер операции | Наименование                         | $T_{ш}$ , мин | $C_p$ , шт | $C_n$ , шт | $K_{зо}$ |
|----------------|--------------------------------------|---------------|------------|------------|----------|
| 010-090        | Сварочный<br>вращатель <i>ВЕМ 12</i> | 3390          | 1          | 1          | 95       |
| 010-090        | Приспособление<br>ФЮРА.000001.174    | 3390          | 1          | 1          | 95       |

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

| Технологический процесс | $C_n$ , шт | $K_{зо}$ |
|-------------------------|------------|----------|
| Расчетный               | 2          | 80       |



### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по восстановлению. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [41]:

$$K_3 = \frac{T_{шт} \times N_z}{F_0} = \frac{696,1 \times 12}{1740} = 4,8, \quad (26)$$

$$K_3 = \frac{T_{шт} \times N_z}{F_n} = \frac{696,1 \times 12}{1981} = 4,2. \quad (27)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска изделия, шт.;  $N = 12$  шт.

$T_{шт}$  – трудоемкость технологического процесса, мин.;

$F_d$  – действительный фонд рабочего времени, ч  $F_d = 1740$  ч. [42];

$F_n$  – номинальный фонд рабочего времени, ч;  $F_n = 1981$  ч. [42];

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой  $P_{п}$ .

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [43]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot \Pi / 100, \quad (28)$$

где  $P_{сп}$  – принятое списочное число основных рабочих, чел.;

$\Pi$  – процент вспомогательных рабочих,  $\Pi = 25\%$  [43].

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [43]:

$$P_{итр} = (P_{сн} + P_{всн}) \times \Pi / 100, \quad (29)$$

где  $\Pi$  для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Сводим данные расчетов в таблицу 12.

Таблица 12 – Количество рабочих на разрабатываемом участке сборки-сварки днища ковша

| Вариант технологического процесса   | Расчетный |
|---|-----------|
| Трудоемкость $T_{ш}$ , мин.   | 6096,5    |
| Расчетное списочное число основных рабочих<br>$P_{сп}$ , чел.                 | 5         |
| Расчетное явочное число основных рабочих $P_{п}$ ,<br>чел.                    | 4         |
| Расчетное/принятое число вспомогательных<br>рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$ , чел. | 2         |
| Расчетная/принятая численность ИТР, чел.                                      | 0,88/1    |
| Расчетная/принятая численность МОП, чел.                                      | 0,4/1     |
| Расчетная/принятая численность контролеров, чел.                              | 0,11/1    |

Определяем коэффициент сменности по формуле [43]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1}, \quad (30)$$

$P_{яв1}$  – число рабочих в первую смену, чел.

$$k_p = 4/2 = 2.$$

### **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

Сочетание частей производственного процесса в пространстве обеспечивается производственной структурой предприятия. Под производственной структурой понимаются совокупность производственных единиц предприятия, входящих в его состав, а также формы взаимосвязей между ними. В современных условиях производственный процесс может рассматриваться в двух его разновидностях:

- как процесс материального производства с конечным результатом — товарной продукцией;
- как процесс проектного производства с конечным результатом — научно-техническим продуктом.

#### **5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха**

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;

сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания

готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе участка самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами и недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1 Финансирование проекта и маркетинг**

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Ориентировочная стоимость днища ковша на рынке составляет 17000000 руб., ориентировочная стоимость восстановления днища ковша подрядными организациями составляет 6000000 руб.

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

В данном разделе будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса восстановления днища ковша экскаватора *P&H 2800*.

Днище ковша экскаватора *P&H 2800* является сложной сварной конструкцией и предназначен для запираания горной массы в ковше.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.174.00.003, которое состоит из сварочного вращателя и крепежного приспособления. Внутри сварочного вращателя установлено днище ковша, которое крепится при помощи

крепежного приспособления десятью болтами с каждой стороны. Вращение, подъем и опускание днища ковша обеспечивается сварочным вращателем.

Для восстановления днища ковша применяется современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *MAXI 5005* [19].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления шнека приведены в таблице 3.10.

Определение приведенных затрат производят по формуле [40]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K, \quad (31)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капитальные вложения в производственные фонды, руб/ед.год.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [40]:

$$K = K_o + K_n + K_{п.о.} + K_{зд}, \quad (32)$$

где  $K_o$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_n$  – стоимость приспособлений;

$K_{п.о.}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$  – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [40]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (33)$$

где  $\Pi_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 таблица 13.

Таблица 13 – Оптовые цены на сварочное оборудование [28]

| Наименование оборудования | Ц <sub>о</sub> , руб |
|---------------------------|----------------------|
| MAXI 5005 2 шт.           | 482630               |

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

| Наименование оборудования | К <sub>со</sub> , руб. · год |
|---------------------------|------------------------------|
| MAXI 5005 2 шт.           | 540352                       |
| Итого                     | 540352                       |

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [40]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (34)$$

где  $K_{прj}$  – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 15

Таблица 15 – Капитальные вложения в приспособления

| Наименование оборудования             | Ц <sub>пр.</sub> руб | С <sub>п</sub> , шт | К <sub>пр</sub> , руб/ед.год |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|
| Приспособление ФЮРА.000001.174.00.003 | 1450000              | 1                   | 1518087                      |
| ИТОГО                                 |                      |                     | 1518087                      |

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 16$  т. определяют по формуле [40]:

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \times n_{n.o.}, \quad (35)$$

где  $C_{n.o.}$  – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{n.o.}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{n.o.} = 2185000 \cdot 1 = 2185000 \text{ руб.}$$

### 6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [40]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \times K_f \times h \times C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (36)$$

где  $S_{oi}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования,  $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 280 \text{ м}^2$ ,

$K_f$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $K_f = 1$ ) [39];

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 8$  м;



$\Pi_{зд}$  – стоимость  $1\text{м}^3$  здания на 01.01.2021 составляет,  $\Pi_{зд}=94\text{ руб/м}^3$ .

$$K_{здп} = 280 \times 1 \times 12 \times 94 = 315840 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле [40]:

$$C = N_{\Gamma} \times (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \times 2, \quad (37)$$

где  $C_{\text{м}}$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{см}}$  – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{э.с}}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{об}}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$  – затраты на содержание помещения, руб.

#### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [40]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \times k_{\text{т.з.}} \times \Pi_{\text{м}} - H_{\text{о}} \times \Pi_{\text{о}} \text{ руб./изд.}, \quad (38)$$

где  $m_{\text{м}}$  – норма расхода материала на изделие, кг;

$\Pi_m$  – средняя оптовая цена стали *STRENGTH 700 E* и *HARDOX 450* на 01.01.2021, руб./кг:

для стали *STRENGTH 700 E* = 149,11 руб./кг, при

$$m_m = 2682 \times 1,3 = 3486,6 \text{ кг.};$$

для стали *HARDOX 450* = 152,9 руб./кг, при

$$m_m = 2234 \times 1,3 = 2904,2 \text{ кг.};$$

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,04$  [27].

$H_0$  – норма возвратных отходов,

$$H_0 = m_m \times 0,3 = 2703,9 \times 0,3 = 810 \text{ кг/шт.};$$

$\Pi_0$  – цена возвратных отходов,  $\Pi_0 = 20$  руб./кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [41].

$$C_m = 1,04 \times (3486,6 \times 40,63) - 929,421 \times 20 = 128\,738 \text{ руб/изд.}$$

#### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [26]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times \Pi_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (39)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки для разработанного технологического процесса, кг:  $G_d = 238,1$  кг;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [22],  $k_{п.с.}$  – 1,03;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [22],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,05$ ;

$\Pi_{п.с.} = 169$  – стоимость сварочной проволоки *OK Autrod 12.51*, руб/кг на 01.01.2021;

$$C_{п.с.опред.} = 238,1 \times 1,03 \times 1,05 \times 169 = 43\,518,37 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [39]:

$$C_{з.з.} = g_{з.г.} \times \Pi_{г.з.} \times T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (40)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход смеси,  $g_{з.г.} = 364,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$\Pi_{г.з.}$  – стоимость смеси,  $\text{м}^3$ ,  $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$ ;

$T_o$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 506,6 \text{ ч}$ .

$$C_{з.з.} = 364,8 \times 62,52 \times 506,6 = 11557,36 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [40]:

$$C_z = t_k \times ЧТС \times K_{доп} \times K_{д.з.} \times K_c \quad (41)$$

где  $t_k$  – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4 [40];

$K_{д.з.}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2 [40];

$K_c$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3 [40].

$$C_z = 506,6 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 82\,815,11 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [40]:

$$C_{э.с.} = W_{мэ} \times \Pi_э, \quad (42)$$

где  $\Pi_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $\Pi_э = 12,06 \text{ руб.}$

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [27]:

$$W_{TЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{h_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (43)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_n$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_u}$  – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [42]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.10.4)  $W_{mэ} = 272,34$  кВт.

$$C_{э.с.} = 272,34 \times 12,06 = 3283,9 \text{ руб./изд.}$$

#### 6.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

##### 1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [40]:

$$C_{об} = \frac{K_O \times n_o}{T_O \times N_z} + \frac{K_{II} \times n_n}{T_{II} \times N_z} + \frac{K_{II.O} \times n_{n.o}}{T_{II.O} \times N_z}, \quad (44)$$

где  $K_O$  – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_o$  – срок службы основного сварочного оборудования,  $T_o = 5$  лет [40];

$K_{\Pi}$  – стоимость приспособлений;

$T_{\Pi}$  – срок службы приспособлений,  $T_{\Pi} = 5$  лет [40];

$K_{\Pi.o.}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{\Pi.o.}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{\Pi.o.} = 20$  лет [43].

$$C_{об} = \frac{(540352) \times 2}{5 \times 12} + \frac{1450000 \times 2}{5 \times 12} = 64421 \text{ руб.}$$

## 2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [40]:

$$C_{\text{рио}} = \frac{(K_o \times n_o + K_{\Pi} \times n_{\Pi} + K_{\Pi.o} \times n_{\Pi.o}) \times k_{\text{рио}}}{N_z}, \quad (45)$$

где  $k_{\text{рио}}$  – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования [40].

$$C_{\text{рио}} = \frac{540352 \times 12 + 1450000 \times 12 \times 0,03}{12} = 57978,9 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [40]:

$$C_n = \frac{S \times m_{oi} \times \Pi_{ср.зд}}{N_z}, \frac{руб.}{изд.}, \quad (47)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $m^2$ ,  $S = 280 m^2$ ;

$k_{сп}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{сп} = 0,08$ .

$\Pi_{ср.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 m^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{ср.зд} = 250$  руб./год м.

$$C_n = \frac{280 \times 0,08 \times 250}{12} = 466,3 \frac{руб.}{изд.}.$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 16.

Таблица 16 – Технологическая себестоимость

| №<br>п/п                             | Затраты   | Сумма руб./<br>год, |
|--------------------------------------|---|---------------------|
| 1                                    | 2   | 3                   |
| 1                                    | Затраты на основной металл  | 11567268,96         |
| 2                                    | Затраты на сварочные материалы  |                     |
| 2.1                                  | Затраты на сварочную проволоку  | 522220,32           |
| 2.2                                  | Затраты на защитный газ   | 138688,32           |
| 3                                    | Заработная плата  |                     |
| 3.1                                  | Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование за изделие | 993781,32           |
| 4                                    | Затраты на электроэнергию   | 39406,8             |
| 5                                    | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений   |                     |
| 5.1                                  | Амортизационные отчисления  | 64421               |
| 5.2                                  | Затраты на текущий ремонт и обслуживание  | 57978,9             |
| 5.3                                  | Затраты на содержание помещения   | 5595,6              |
| ИТОГО технологическая себестоимость: |   | 13389361,22         |

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции [27]:

$$C = 12 \times (519886,9 + 444052,18) + (482620 \times 2) + 1518087 + 2185000 = \\ = 16235595,96 \text{ руб/год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 482620 + 1518087 + 2185000 = 4185707 \text{ руб/год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$З_{\text{п}} = 16235595,96 + 0,15 \times 4185707 = 19938682,96 \text{ руб/год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 17

Таблица 17 – Основные технико-экономические показатели участка

| №п/п | Параметр                                      | Значение    |
|------|---|-------------|
| 1    | Годовая производственная программа, шт.       | 12          |
| 2    | Трудоёмкость изготовления одного изделия, час | 720,7       |
| 3    | Количество оборудования, шт.                  | 2           |
| 4    | Количество производственных рабочих, чел      | 5           |
| 5    | Количество вспомогательных рабочих            | 2           |
| 6    | Норма расхода материала, кг/изд.              | 6 390,8     |
| 7    | Количество приведенных затрат, (руб./год)     | 13389361,22 |
| 8    | Себестоимость одного изделия, руб             | 1115780,1   |
| 9    | Экономический эффект одного изделия, руб      | 4801404,79  |

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были посчитана стоимость оборудования, приспособлений, рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплата основным рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений. Техничко-экономические показатели:

капитальные вложения 4185707 руб.;

себестоимость продукции 16235595,96 руб;

экономический эффект восстановления одного днища ковша 4801404,79 руб.



## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится восстановление днища ковша *P&H 2800*. При восстановлении днища ковша осуществляются следующие операции: демонтаж, монтаж и сварка заменяемых деталей механизированной сваркой в смеси газов ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5], слесарные операции и контроль.

При восстановлении днища ковша на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат *CEA MAXI 5005* 2 шт.;
- сварочный вращатель 1 шт.;
- резак пропановый РЗ-02П 1 шт.

Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъемностью 16 т.

Днище ковша является сложной сварной конструкцией и предназначен для запаривания в ковше горной массы. Масса днища ковша составляет 11050 кг.

В качестве материала для восстановления днища ковша используется сталь *STRENGTH 700 E*. Сварка производится в смеси газов М 21 сварочной проволокой Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется четырьмя окнами, расположенными в стене здания, а также 16 светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в белый цвет.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 280 \text{ м}^2$ .

## **7.2. Законодательные и нормативные документы**

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный контроль за соблюдением требований охраны труда значительного уменьшения вероятность возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью человека и травматизма на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации.

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: ТК РФ Статья 216.1. Государственная экспертиза условий труда (введена Федеральным законом от 30.06.2006 N 90-ФЗ), ТК РФ Глава 57. Государственный контроль (надзор) и ведомственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных актов, содержащих нормы трудового права (в ред. Федерального закона от 18.07.2011 N 242-ФЗ).

К нормативным документам относятся:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 2004.

ГОСТ 12.1.046-2014. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 2015.

ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 2015.

Правила устройства электроустановок. М.: Госэнергонадзор, 2000.

Приказ от 13 января 2003 года N 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изменениями на 13 сентября 2018 года). М.: Энергоатомиздат, 2018.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

ПБ 03-498-02 Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

### **7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

#### **1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.**

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов

(ПДК 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup>), а также СО<sub>2</sub> до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/м<sup>3</sup>); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м<sup>3</sup>) [34, 35].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бензопирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [35].

На участке сборки и сварки изготовления шнека применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду [36].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [36]:

$$L_m = S \cdot V_{эф} \cdot \tau, \quad (48)$$

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $m^2$ ;

$V_{эф}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{эф} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле [36]:

$$S = A \cdot B \cdot n, \quad (49)$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [37];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [38]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_u + t_v}, \quad (50)$$

где  $t_u$  и  $t_v$  – температура поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле [38]:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (51)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (52)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (53)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 12 = 158,1 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 158,1 \cdot 0,2 = 31,6 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_M = 113820 \text{ м}^3 \cdot \text{ч.}$

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИС315LB8-IE2 110 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 5

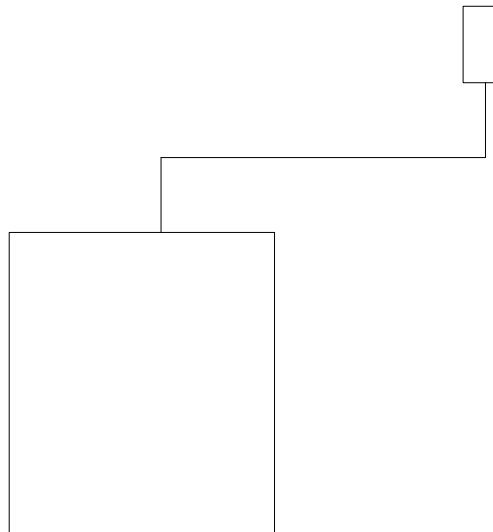


Рисунок 5 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 113820 \cdot 6/12 = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч,}$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 113820 \cdot 6/12 = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч,}$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [40]:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм}, \quad (54)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{113820}{0,2} \right)^{1/2} = 852 \text{ мм},$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

полуавтомат СЕА МАХІ 5005;

вентиляция;

сварочная дуга;

слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная углошлифовальная электрическая ГОСТ ІЕС 60745-2-22-2014.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 18 [39].



Таблица 18 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

| Категория<br>напряженности<br>трудового<br>процесса | Категория тяжести трудового процесса |                                   |                              |                              |                              |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|   | Легкая<br>физическая<br>нагрузка     | Средняя<br>физическая<br>нагрузка | тяжелый<br>труд 1<br>степени | тяжелый<br>труд 2<br>степени | тяжелый<br>труд 3<br>степени |
| Напряженность<br>легкой степени                     | 80                                   | 80                                | 75                           | 75                           | 75                           |
| Напряженность<br>средней<br>степени                 | 70                                   | 70                                | 65                           | 65                           | 65                           |
| Напряженный<br>труд 1 степени                       | 60                                   | 60                                | -                            | -                            | -                            |
| Напряженный<br>труд 2 степени                       | 50                                   | 50                                | -                            | -                            | -                            |

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [39].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ 12.4.275-2014.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [35].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [40].

#### **7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке**

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 4 светильника.

## **7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды**

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять  $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$  [40].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного

металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.280-2014 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

| Наименование средств индивидуальной защиты | Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты |
|--|---|
| Костюм брезентовый для сварщика            | ТУ 17-08-327-91   |
| Ботинки кожаные                            | ГОСТ 12.4.032-77  |
| Рукавицы брезентовые (краги)               | ГОСТ 12.4.010-75  |
| Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241  | ГОСТ 12.4.035-78  |

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

#### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

### **7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов**

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

правильная фиксация шнека на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

## **7.5 Охрана окружающей среды**

### **1. Защита селитебной зоны**

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [42].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

### **2. Охрана воздушного бассейна.**

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки шнека сварного ФЮРА.ДН2800.174.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р

51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [42].

### **3. Охрана водного бассейна**

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

### **4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.**

На проектируемом участке сборки и сварки шнека предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [42].

## **7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях**

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;

огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

## **7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется централизованное отопление.



## Заключение

В выпускной квалификационной работе произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для восстановления днища ковша *P&H* 2800. Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование.

В проекте прономерованы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия в целом, а также сборочных единиц по операциям. Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого, определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления основания.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 1. Площадь участка, м <sup>2</sup> | 280    |
| 2. Количество приспособлений:      |        |
| Сварочный вращатель                | 1 шт.  |
| Приспособление крепежное           | 1 шт.  |
| 3. Количество смен                 | 2      |
| 4. Количество рабочих явочных      | 5 чел. |
| Количество рабочих списочных       | 10 чел |
| 5. Оборудование:                   |        |
| Полуавтомат <i>MAXI 5005</i>       | 2 шт.  |
| Резак РЗ-02П                       | 2 шт.  |

## Библиография

1. Сборочная единица [Электронный ресурс] Режим доступа <https://mgpataka.ru/sborochnye-edinitsy/>
2. Рыбаков В.М. Сварка и резка металлов. Наука, 1979.
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30.11.2020 № 471 "Об утверждении Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов"
4. Гаспарян В.Х. Денисов Л.С. Электродуговая и газовая сварка 2019 г. стр. 9-10
5. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 «Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов»
6. Ларионов В.П. Сварка и проблемы вязкохрупкого перехода В.П. Ларионов и др. Новосибирск, 1998. 593 с.
7. Ларионов В.П. Электродуговая сварка конструкций в северном исполнении. Новосибирск: Наука, 1986. 256 с.
8. Махно Д. Е. Эксплуатация и ремонт карьерных экскаваторов в условиях Севера. М.: Недра, 1984. 143 с.
9. Слепцов О.И. Повышение прочности сварных металлоконструкций горнодобывающей и транспортной техники в условиях Севера О.И. Слепцов, Б.С. Шульгинов, В.Е. Михайлов, М.Н. Сивцев, Г.Н. Слепцов. Новосибирск: Наука, 2012. 183 с.
10. Квагинидзе В.С. Рекомендации по совершенствованию технологии ремонта металлоконструкции экскаваторов и условиях низких отрицательных температур Физико-технические проблемы освоения и развития Южно-Якутского региона. Нерюнгри, 1998. С. 218-219.
11. Сивцев М.Н., Слепцов Г.Н., Харбин Н.Н., Эверстов М.М. Особенности ремонтной сварки горнодобывающей техники в условиях низких климатических температур Труды VIII Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата: Том 1. Якутск: Цумори Пресс, 2018. С. 457-461.
12. Синергетические функции сварочных установок [Электронный ресурс] Режим доступа <http://budzdorov.biz/st218.html>

13. Синергетика в сварочном оборудовании [Электронный ресурс] Режим доступа <https://megaliner.by/howtobuy/obzory-i-sovety/svarka/chto-takoe-sinergetika/>

14. Что такое синергетическое управление сварки и его преимущества [Электронный ресурс] Режим доступа <https://patonweld.com.ua/41-chto-takoe-sinergeticheskoe-upravlenie-dlya-mig-mag-svarki-i-kakie-ego-preimushchestva>

15. Техника механизированной дуговой сварки в защитных газах неповоротных стыковых соединений труб при реконструкции и ремонте магистральных газопроводов. С.Ю. Максимов, А.А. Гаврилюк, В.И. Удод

16. Л.М. Лобанов / Технологии и отечественное оборудование для механизированной сварки трубопроводов высокого давления второго контура энергоблоков АЭС. Л.М. Лобанов, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Е. Попов, А.Е. Коротынский, А.М. Жерносеков, М.И. Скопюк, С.И. Лавров

17. Импульсный режим и синергетическое управление при MIG/MAG сварке [Электронный ресурс] Режим доступа <https://jasic.ua/news/impulsnyj-rezhim-i-sinergeticheskoe-upravlenie-migmag-81>

18. Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах"

19. РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

20. РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

21. РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

22. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

23. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3)

24. ГОСТ Р 50402-2011 (ИСО 5175:1987) Оборудование для газовой сварки, резки и родственных процессов. Устройства предохранительные для горючих газов и кислорода или сжатого воздуха. Технические требования и испытания

25. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов
26. Двухстоечный сварочный вращатель серии ВЕМ [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.svartools.ru/card/dvuhstoechnyyi-svarochnyyi-vraschatel-serii-bem/>
27. К.И. Томас, Д.П. Ильященко Технология сварочного производства: учебное пособие / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
28. Strenx 700 E/F Высокопрочная конструкционная сталь [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.ssab.ru/products/brands/strenx/products/strenx-700-e-f?accordion=downloads>
29. ГОСТ ISO 14341-2020 Проволоки и наплавленный металл дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе нелегированных и мелкозернистых сталей
30. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе Соединения сварные
31. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г.
32. Сварочный полуавтомат MAXI 5005 [Электронный ресурс] Режим доступа <https://rutector.ru/products/svarochnii-poluavtomat-transformatornogo-tipa-sea-maxi-5005-syn>
33. Васильев А.А. Металлические конструкции. Учебное пособие для техникумов. Издание 2-е, переработанное и доп. М., Стройиздат, 1976. 420 с.
34. РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах»
35. Наборы для капиллярного контроля Sherwin [Электронный ресурс] Режим доступа <https://ntcexpert.ru/cd/materialy-sherwin>
36. Единые нормы времени на электрогазосварочные, кузнечные, станочные и слесарные работы для электромеханических мастерских предприятий и организаций угольной промышленности. Постановление Президиума ЦК профсоюза от 25 октября 1973 г. Протокол N 22
37. Калькулятор металла [Электронный ресурс] Режим доступа [https://metallischekiy-portal.ru/calculator/calculator\\_metalla](https://metallischekiy-portal.ru/calculator/calculator_metalla)
38. Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982г.
39. Фонды времени работы рабочих и оборудования [Электронный ресурс] Режим доступа

[https://studbooks.net/1748358/ekonomika/fondy\\_vremeni\\_raboty\\_rabochih\\_oborudovaniya](https://studbooks.net/1748358/ekonomika/fondy_vremeni_raboty_rabochih_oborudovaniya)

40. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальностей 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

41. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

42. Годовой фонд рабочего времени в 2020 году [Электронный ресурс] Режим доступа clubtk.ru/godovoy-fond-rabochego-vremeni-v-2019-godu

43. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование 98 и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

|       |  |  |                               |      |         |       |      |  |  |
|-------|--|--|-------------------------------|------|---------|-------|------|--|--|
| Дудл. |  |  |                               |      |         |       |      |  |  |
| Взам. |  |  |                               |      |         |       |      |  |  |
| Подл. |  |  |                               |      |         |       |      |  |  |
|       |  |  | Изм                           | Лист | № докум | Подл. | Дата |  |  |
|       |  |  | Листов                        |      |         |       |      |  |  |
|       |  |  | ФЮРА.ДНР&H2800.174.00.0000 СБ |      |         | 12    |      |  |  |
|       |  |  | Днище ковша                   |      |         |       |      |  |  |

*Комплект документов  
на технологический процесс  
Сборки и сварки*

Разраб. Скоренок Д.В.  
Пров. Ильященко Д.П.  
Н. контр. Ильященко Д.П.









[illegible]

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

Приложение Б  
Спецификация

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|---------------|--------------|------|------|-------------------------------|------------------|------|------------|
| Перф. примен. | Формат       | Зона | Поз. | Обозначение                   | Наименование     | Кол. | Примечание |
|               |              |      |      |                               | Документация     |      |            |
| Справ. №      | A1           |      |      | ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.000 СБ | Сборочный чертеж |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               | Детали           |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               | A1           | 1    |      | ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.001    | Лист основной    | 1    |            |
|               |              | 2    |      |                               | Ребро            | 2    |            |
|               |              | 3    |      |                               | Ребро            | 2    |            |
|               |              | 4    |      |                               | Ребро            | 2    |            |
|               |              | 5    |      |                               | Ребро            | 2    |            |
|               |              | 6    |      |                               | Лист             | 2    |            |
|               |              | 7    |      |                               | Лист             | 2    |            |
|               |              | 8    |      |                               | Лист             | 2    |            |
| Подп. и дата  |              | 9    |      |                               | Лист             | 2    |            |
|               |              | 10   |      |                               | Ребро            | 4    |            |
|               |              | 11   |      |                               | Треугольник      | 4    |            |
|               |              | 12   |      |                               | Лист             | 2    |            |
|               | A1           | 13   |      | ФЮРА.ДН.РН2800.174.00.002     | Футеровка        | 1    |            |
|               | A1           | 14   |      | ФЮРА.ДН.Р&Н2800.174.00.001    | Накладка         | 1    |            |
|               |              | 15   |      |                               | Лист             | 1    |            |
|               |              | 16   |      |                               | Лист             | 1    |            |
|               |              | 17   |      |                               | Лист             | 1    |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               | Взам. инв. № |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
| Инв. № подл.  |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
| Инв. № дудл.  |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      | ФЮРА.ДН.РН2800.174.00.000     |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |
|               |              |      |      |                               |                  |      |            |





*Приложение В*  
*Рационализаторское предложение*

Вход. № 12/426  
« 02 » 10 2018 г.

Руководителю \_\_\_\_\_  
за № \_\_\_\_\_

Зарегистрировано  
№ 12/426  
« 02 » 10 2018 г.

\_\_\_\_\_ (наименование подразделения,

где впервые будет использовано предложение)

| № п/п | Фамилия, имя, отчество автора (авторов) | Место работы (адрес и паспортные данные для не работающих на предприятии) | Должность              | Образование              | Год рождения | Табельный номер |
|-------|---|---|------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
| 1     | Скоренок<br>Денис<br>Владимирович       | АО «Черниговец»   | Электрогазо<br>сварщик | Среднее профессиональное | 1980         | 1695            |
| 2     | Поляков<br>Антон<br>Григорьевич         | АО «Черниговец»   | Механик                | Техническое              | 1987         | 4138            |

**ЗАЯВЛЕНИЕ**

**на рационализаторское предложение**

Прошу (просим) рассмотреть предложение под наименованием \_\_\_\_\_

Модернизация ковша экскаватора Р&Н 2800 ХРС № 52 (боковое усиления днища ковша) \_\_\_\_\_

(краткое наименование рационализаторского предложения)

признать его рационализаторским и принять к использованию.

**ОПИСАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

(писать разборчиво, без исправлений, отразить изменение конструкции изделия, технологии производства или применяемой техники, изменение состава материала)

В настоящее время: на днище ковша по бокам установлены боковые усиления длиной 400 мм, шириной 250 мм. \_\_\_\_\_

Недостатки: во время погрузки экскаватором горной массы происходит открывание и закрывание днища ковша, при закрывании днища происходит удар о корпус ковша. Из за не достаточной ширины боковых усилений происходит растрескивание усилений в местах сварочных швов и основного металла днища ковша. \_\_\_\_\_

(описание недостатков существующего решения, которые устраняют новым решением)

Предлагаем: установить на днище ковша боковые усиления большего размера с внутренними ребрами. Размер боковых усилений составит – длина 800 мм, ширина 400 мм. Металл использовать 09Г2С толщиной 20 мм.

(описание новой технологии, новой конструкции, схемы и принципы их действия)

Это позволит: снизить нагрузку на боковые усиления и приведет к исключению возникновения трещин на боковых усилениях днища ковша, что в свою очередь приведет к уменьшению времени по не регламентированному ремонту днища ковша.

(указать ожидаемый положительный эффект)

Дополнительные сведения о предложении \_\_\_\_\_

(указать, куда и когда ранее подавалось автором (авторами) такое предложение и решение, принятое по нему)

Я (мы) утверждаю(ем), что действительно являюсь (емся) автором (авторами) данного предложения. Мне (нам) известно, что в случае признания предложения секретным, я (мы) обязуюсь (емся) соблюдать правила секретности.

ПРИЛАГАЮТСЯ:

а) графические материалы (эскизы, чертежи, схемы, графики и т.д.) на \_\_\_\_ листах.

б) технико-экономические расчеты, обоснования и т.п. на \_\_\_\_ листах.

в) прочие материалы на \_\_\_\_ листах.

Всего на \_\_\_\_ листах.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Автор (авторы)

(подпись)

*Скорин Ф.В.*

(расшифровка подписи)

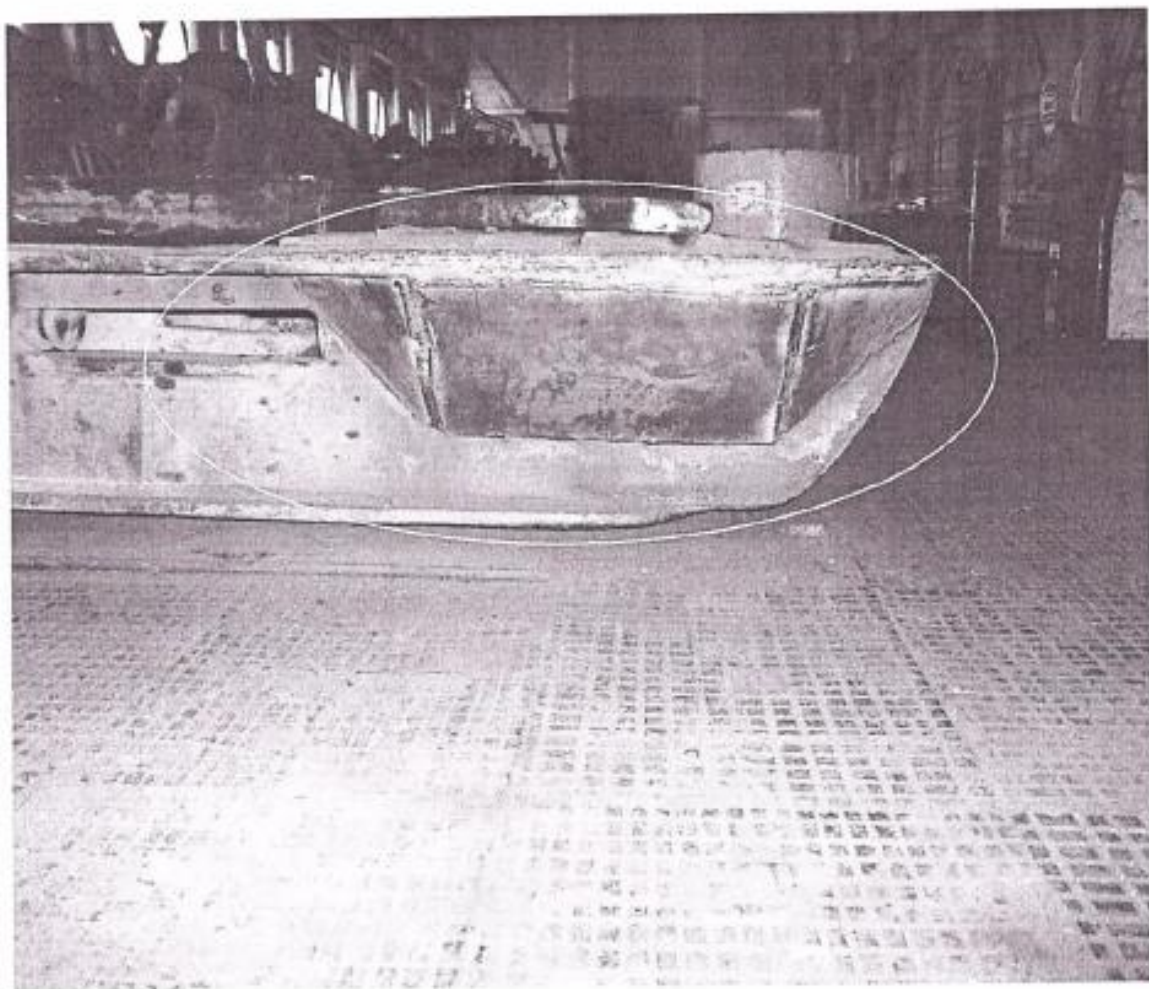
(расшифровка подписи)

Заводская боковая защита днища ковша.



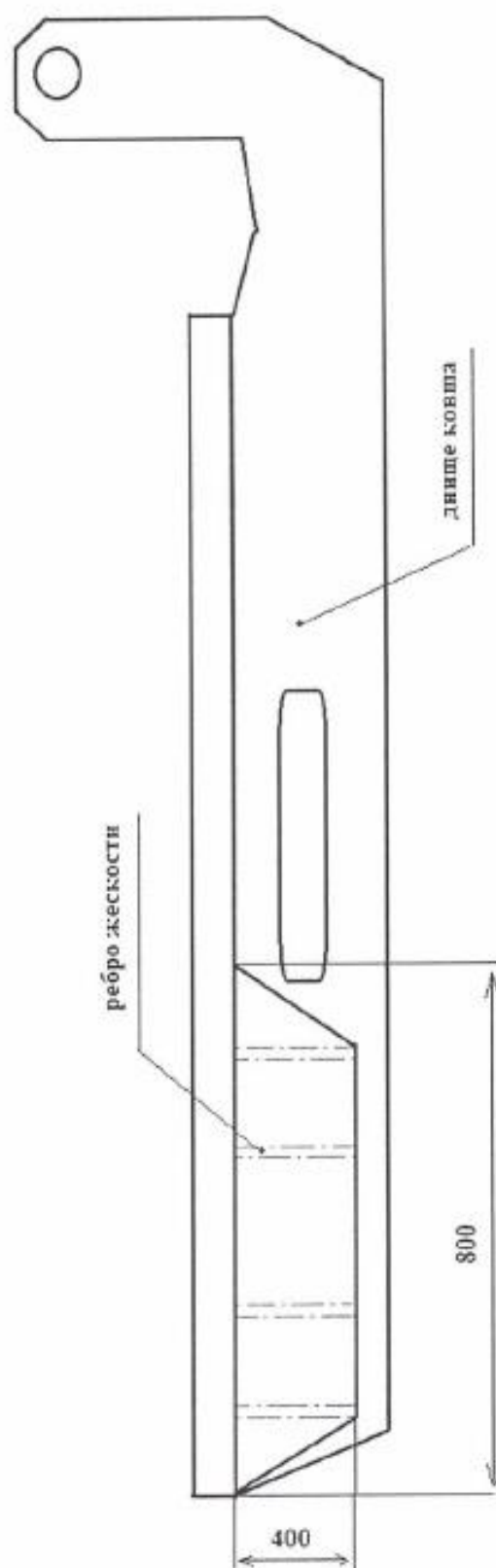


Изготовленная боковая защита днища ковша.





Схематичное изображение изготовленной бокового усиления дна ковша.



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ПРЕДЛОЖЕНИЮ

а) производственного подразделения (участка и т.п.)

1. Увеличение дачи ковши РВН 2800

(сущность предлагаемого решения)

2. Используется впервые

(новизна в пределах подразделения)

3. Увеличение срока службы ковша

(полезность)

Иог. УМФРГО

(должность)

нсь)

(расшифровка подписи)

« 28 » марта 2018 г.

б), других подразделений

1. Увеличение конструкции дачи ковши экскаватора РВН 2800 КРС

(сущность предлагаемого решения)

2. Используется впервые

(новизна в пределах объединения)

3. Увеличение полезного срока службы дачи ковши

(полезность, целесообразность использования)

С. Механик

(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

« 28 » марта 2018 г.

1. Уменьшение длины ховы РВМ 1800

(сущность предлагаемого решения)

2. Исправляется впервые

(новизна в пределах объединения)

3. Увеличение срока службы длины ховы

(полезность, целесообразность использования) (должность)

г. механик  
(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

« 28 » марта 2018 г.

#### ПРИНЯТОЕ РЕШЕНИЕ ПО ПРЕДЛОЖЕНИЮ

Вручить разработку, снести к выводу.

Исх. ген. дир. по З. и Ф.

Ф. и Ф.

Зам. ген. дир. по производству

#### Соглашение о распределении вознаграждения между авторами

| Фамилия и инициалы    | % авторского вознаграждения | Подпись     | Фамилия и инициалы | % авторского вознаграждения | Подпись |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------|
| <u>Исх. ген. дир.</u> | <u>50%</u>                  | <u>Исх.</u> |                    |                             |         |
| <u>Зам. ген. дир.</u> | <u>50%</u>                  | <u>Зам.</u> |                    |                             |         |
|                       |                             |             |                    |                             |         |
|                       |                             |             |                    |                             |         |

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Форма №Р-2  
утверждена приказом №  
от 25.09.2018

УТВЕРЖДАЮ:

Участок по монтажу демонтажу и ремонту  
горного оборудования

/наименование организации, структурного подразделения/

(подпись)  
Технический директор

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ года

### АКТ

#### об использовании (внедрении) предложения

« 03 » июля 2018 г.

1. Наименование предложения Модернизация ковша экскаватора Р&Н 2800 ХРС № 52  
(боковое усиление днища ковша)

/указать номер, дату регистрации предложения/

2. Использовано с « 03 » июля 2018 г.  
/пункт заполняется с начала использования предложения/

3. Место использования предложения Горный участок № 1

/цех, участок, производственный процесс, лаборатории и т.д./

4. Краткое описание результатов использования (внедрения) предложения  
Усиление днища ковша позволило исключить образование трещин и аварийные простои  
экскаватора по сварке днища ковша.

Руководитель СПП (где  
осуществлено использование)

Уполномоченный по рационализации  
на предприятии

**РАСЧЕТ**  
**экономического эффекта от внедрения предложения**  
**Модернизация кончика экскаватора R&H 2800 XPC № 52 (боксовое усиление днища кончика)**

Регистрационный номер: 12/026  
 Дата регистрации: 02.10.2018

| № п/п | Показатели  | Единицы измерения | До использования | После внедрения |      |            |
|-------|---|-------------------|------------------|-----------------|------|------------|
|       |   |                   |                  | Первый год      |      | Второй год |
|       |   |                   |                  | План            | Факт |            |
| 1     | 2   | 4                 | 5                | 6               | 7    | 8          |
| 1     | Стоимость "длина кончика" R&H 2800 XPC                          | руб.              | 9 980 000        | 9 980 000       |      |            |
| 2     | Срок эксплуатации "длина кончик" R&H 2800 XPC                   | лет               | 3                | 3               |      |            |
| 3     | Стоимость простоя экскаватора на рено R&H 2800 XPC              | тыс. руб.         | 106 091          | 0               |      |            |
|       | стоимость 1 часа простоя  | тыс. руб.         | 35 363           | 0               |      |            |
|       | количество часов  | час               | 0,67             | 0,00            |      |            |
| 4     | Затраты на ремонт днища кончика R&H 2800 XPC                    | руб.              | 185 721          | 108 106         |      |            |
|       | стоимость сварочных работ                                       | руб.              | 24,00            | 12,00           |      |            |
|       | Эксплуатация оборудования                                       | руб.              | 20 160           | 10 080          |      |            |
|       | Амортиз. срок службы МАХ1 503                                   | руб.              | 20 160           | 10 080          |      |            |
|       | коэффициент   | едн*час           | 30,00            | 21,00           |      |            |
|       | стоимость едн*час   | руб. едн*час      | 2,34             | 2,34            |      |            |
|       | общая норма в работе  | час               | 240,00           | 120,00          |      |            |
|       | Материальные затраты  | руб.              | 52 413           | 26 206          |      |            |
|       | Проволока 1,2 в классиф. СВ 08 Г2С                              | руб.              | 26 688           | 13 344          |      |            |
|       | стоимость 1 кг  | руб. кг           | 74,13            | 74,13           |      |            |
|       | количество  | кг                | 360,00           | 180,00          |      |            |
|       | Прован-бутан технический  | руб.              | 3 617            | 818             |      |            |
|       | стоимость   | руб. литр         | 68,20            | 68,20           |      |            |
|       | количество  | литры             | 24,00            | 12,00           |      |            |
|       | Двуокись углерода газобразная                                   | руб.              | 14 168           | 7 080           |      |            |
|       | стоимость   | руб. баллон       | 180,00           | 180,00          |      |            |
|       | количество  | баллоны           | 24,00            | 12,00           |      |            |
|       | Кислород газобразный  | руб.              | 10 128           | 5 064           |      |            |
|       | стоимость   | руб. баллон       | 211,00           | 211,00          |      |            |
|       | количество  | баллоны           | 48,00            | 24,00           |      |            |
|       | Фонд оплаты труда (ФОП)   | руб.              | 84 456           | 56 974          |      |            |
|       | Эксплуатационные УМДРГО, 5 р.                                   | руб.              | 84 456           | 42 228          |      |            |
|       | стоимость   | руб.              | 331,00           | 331,00          |      |            |
|       | количество  | час               | 245,00           | 128,00          |      |            |
|       | Отчисления от ФОП   | 34,92%            | 29 402           | 14 746          |      |            |
| 5     | Затраты на восстановление боксового днища длиной стенки кончика | руб.              | -                | 28 985          |      |            |
|       | Эксплуатация оборудования                                       | руб.              | -                | 1 580           |      |            |
|       | Амортиз. срок службы МАХ1 503                                   | руб.              | -                | 1 580           |      |            |
|       | коэффициент   | едн*час           | -                | 21,00           |      |            |
|       | стоимость едн*час   | руб. едн*час      | -                | 2,34            |      |            |
|       | общая норма в работе  | час               | -                | 39,00           |      |            |
|       | Материальные затраты  | руб.              | -                | 13 106          |      |            |
|       | Лист 2Е*1556*6080 В-С-ПН 08Г2С                                  | руб.              | -                | 9 240           |      |            |
|       | стоимость 1 кг  | руб. кг           | -                | 46,00           |      |            |
|       | количество  | кг                | -                | 215,00          |      |            |
|       | Проволока 1,2 в классиф. СВ 08 Г2С                              | руб.              | -                | 2 334           |      |            |
|       | стоимость 1 кг  | руб. кг           | -                | 74,13           |      |            |
|       | количество  | кг                | -                | 30,00           |      |            |
|       | Двуокись углерода газобразная                                   | руб.              | -                | 1 180           |      |            |
|       | стоимость   | руб. баллон       | -                | 180,00          |      |            |
|       | количество  | баллоны           | -                | 2,00            |      |            |
|       | Кислород газобразный  | руб.              | -                | 433             |      |            |
|       | стоимость   | руб. баллон       | -                | 211,00          |      |            |
|       | количество  | баллоны           | -                | 2,00            |      |            |
|       | Прован-бутан технический  | руб.              | -                | 341             |      |            |
|       | стоимость   | руб. литр         | -                | 68,20           |      |            |
|       | количество  | литры             | -                | 3,00            |      |            |
|       | Фонд оплаты труда (ФОП)   | руб.              | -                | 10 457          |      |            |
|       | Эксплуатационные УМДРГО, 5 р.                                   | руб.              | -                | 8 446           |      |            |
|       | стоимость   | руб.              | -                | 331,00          |      |            |
|       | количество  | час               | -                | 24,00           |      |            |
|       | Слесарь УМДРГО, 5 р.  | руб.              | -                | 2 012           |      |            |
|       | стоимость   | руб.              | -                | 231,07          |      |            |
|       | количество  | час               | -                | 8,00            |      |            |
|       | Отчисления от ФОП   | 34,92%            | -                | 3 652           |      |            |
| 6     | Экономический эффект в год без учета потерь в простоях          | руб.              | -                | 49 629          |      |            |
| 7     | Экономический эффект в год с учетом потерь в простоях           | руб.              | -                | 155 750         |      |            |

И.о. зам. главного директора по  
 экономике и финансам

Главный экономист АО "Черноголовка"

Руководитель СЭП АО "Черноголовка"

Начальник ЦЭО АО "Черноголовка"